Diagramação: Sabrina Binotti
Edição de Arte: Sabrina Binotti
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na

F481v Filho, Jerônimo Vieira Dantas

Viabilidade econômica e aspectos produtivos de peixes nativos da Amazônia / Jerônimo Vieira Dantas Filho, Clodoaldo de Oliveira Freitas, Jucilene Cavali. São José dos Pinhais: Editora Brazilian Journals, 2021.
94 p.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui: Bibliografia
ISBN: 978-65-86230-66-6
DOI: 10.35587/brj.ed.0000886

1. Viabilidade econômica. 2. Peixes nativos da Amazônia. I. Filho, Jerônimo Vieira Dantas. II. Freitas, Clodoaldo de Oliveira. III. Cavali, Jucilene. IV. Título.

Brazilian Journals Editora
São José dos Pinhais – Paraná – Brasil
www.brazilianjournals.com.br
editora@brazilianjournals.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta publicação traz alguns estudos apresentados em quatro capítulos, I. Viabilidade econômica do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados abastecidos com e sem bombeamento; II. Viabilidade econômica do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em relação a outras atividades agropecuárias no estado de Rondônia; III. Caracterização limnológica do ciclo de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado na Amazônia Ocidental; e Inovações nos aspectos produtivos do pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivado na Amazônia Ocidental.

Este livro cumpre os objetivos de analisar a viabilidade econômica da implantação e manutenção do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em diferentes modelos de produção. E também, demonstrar a viabilidade econômica da piscicultura na criação de tambaqui, em comparação a outras atividades agropecuárias, usando a taxa interna de retorno (TIR), *Payback* e rentabilidade para identificar qual atividade é mais viável, apresentando uma análise das vantagens e desvantagens da piscicultura. Outro objetivo alcançado foi caracterizar a qualidade da água em um ciclo de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*). Bem como relatar pesquisas sobre as inovações na criação de pirarucu na Amazônia.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) EM TANQUES ESCAVADOS ABASTECIDOS COM E SEM BOMBEAMENTO

Antônio Marcos Ferreira
Mestrando em Agroecossistemas Amazônicos e Graduado em Engenharia de Pesca
E-mail: ferreira.ameng@gmail.com

Clodoaldo de Oliveira Freitas
Doutor em Administração e Professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: clodoaldo@unir.br

Maiza de Oliveira Soares
Mestra em Zootecnia e Graduada em Engenharia de Pesca
E-mail: maizaaoliveira@gmail.com

Jerônimo Vieira Dantas Filho
Doutor em Ciência Animal e Graduado em Engenharia de Pesca
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Ricardo Henrique Bastos de Souza
Doutorando em Ciência Animal pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e Professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail:ricardobastos@unir.br

RESUMO: Objetivou-se analisar a viabilidade econômica da implantação e manutenção do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em dois sistemas de produções diferente, sendo: sistema 1 viveiros de tanques escavados abastecidos por gravidade, piscicultura localizada em Campo Novo, Rondônia e sistema 2 composto por viveiros escavados abastecidos por sistema de bombeamento piscicultura localizada em Cujubim – Rondônia, tendo ambos sistemas o ciclo de produção de 12 meses entre os anos de 2016 a 2017. As ferramentas utilizadas nesse trabalho foi a observação direta, a análise de documentação contábil e analisados os dados técnicos sobre os indicadores econômicos, com ênfase no período de retorno de capital (*Payback*); valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Os dados analisados apresentaram mais viabilidade econômica para o cultivo em tanque abastecidos por bombeamento, tendo valores lucrativos significativos e com projeções rentáveis. Apresentou (*Payback*) abaixo de cinco anos para ambos sistemas, e taxa interna de retorno a partir do quinto ano. Portanto, os dois sistemas de produção possuem viabilidade econômica para investimento, onde todo valor investido é recuperado, devendo levar em consideração todos os fatores relacionados a cada local no momento da escolha de qual sistema implantar.

PALAVRAS-CHAVE: Piscicultura, viabilidade econômica, lucratividade.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura no Brasil é uma atividade bastante promissora, devido às boas condições ambientais e espaço físico em abundância, sendo aproximadamente oito mil km de costa marítima, além de possuir as maiores reservas de água doce do mundo com 8,2 bilhões de m³ abrigando 2.300 espécies de peixes dulcícolas e 1.298 marinhas (REIS *et al.,* 2003). Só na bacia Amazônica, com área aproximada de 4.800.000 km², estima-se 1.400 espécies de peixes, (REIS *et al.,* 2003). A hidrografia de Rondônia é formada por uma bacia principal, a do rio Madeira, e por cinco bacias tributarias; Guaporé, Mamoré, Abunã, Jamari e Machado ou Ji-paraná. Mas apesar de todas essas vantagens a atividade ainda é discreta, apenas 36 espécies são comercializadas na Amazônia, somente 18 tem produção significativa. Em Rondônia as duas principais espécies de cultivo significativos, sendo: o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) a principal espécie (MEANTE; DÓRIA, 2017).

Em Rondônia a piscicultura vem apresentando crescimento acelerado, principalmente em face da carência de pescado no mercado, sem condições de ser suprida pela pesca extrativa. A principal espécie criada é o tambaqui com produção média de 2.400t/ano e produtividade média de 4t/ha/ano. A área de produção é de aproximadamente 600 ha, e a estimativa do número de piscicultores é de 800. Em relação à produção de alevinos a oferta gira em torno de 6 milhões de alevinos/ano com unidades de produção em Porto Velho, Ouro Preto, Ji-Paraná, Presidente Médici e Pimenta Bueno (SUFRAMA, 2013).

Scorvo Filho *et al.,* (1998) citam que as taxas de retorno e de lucratividade da piscicultura são altas, comparativamente às de outras opções de investimento, enquanto a mudança do hábito alimentar a favor do pescado tem estimulado a produção de peixes in natura e industrializados. Porém, a falta de indicadores econômicos gera um alto grau de incerteza para o desenvolvimento desta atividade (CALDERÓN, 2003). Na atualidade não existe um modelo adequado de produtividade e viabilidade econômica para cultivos intensivos e semi-intensivo no Brasil (CARNEIRO *et al.,* 1999).

Existe muita especulação em relação aos ganhos reais proporcionados pela atividade de cultivar peixes, isso gera incerteza e insegurança ao empreendedor porque é uma atividade diferente, por exemplo, da criação de bovinos que possibilita a visualização diária. É fácil de entender essa problemática porque a atividade

depende de um bom manejo, onde tudo deve ser bem planejado, desde a escolha da área até a comercialização (KUBITZA, 2000).

A análise dos custos de produção possibilita identificar os pontos negativos, que mais contribuem para diminuição dos lucros, que deverão ser mais trabalhados, os que perdem importância e os que tendem a aumentar sua participação no cômputo geral (SOUZA FILHO *et al.,* 2003). Diante do pressuposto, o objetivo com esse capítulo foi realizar uma comparação de dois sistemas de produção, dando ênfase a viabilidade econômica nas pisciculturas abastecida por bombeamento e abastecida por gravidade, os resultados são de suma importância para os sistemas aquícolas, pois se trata de uma alternativa para empreendedores que querem fazer implantação de piscicultura em locais que não tem rios ou recursos hídricos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PISCICULTURA

A aquicultura caracteriza-se pela criação comercial de organismos que pelo menos uma fase de sua vida ocorre no meio aquático, como por exemplo: peixes, camarões, ostras, rãs dentre outros. Ela tem sido considerada uma ramificação do setor pesqueiro, mas tem se desenvolvido e vem se impondo como uma atividade pecuária (SCORVO-FILHO, 2003), cujo desenvolvimento e crescimento sustentável podem compensar o extrativismo representado pela pesca, especialmente, para espécies em níveis críticos e com necessidade de recuperação (FRITSCH, 2005).

O Brasil apresenta grande potencial para a piscicultura, principalmente, devido à predominância de clima tropical, disponibilidade hídrica, grande extensão territorial e crescente mercado do pescado (ANA/PNUMA, 2007; MPA, 2013; SIDONIO *et al.,* 2012). O país produziu, em 2016, 507.122 toneladas, um aumento de 29,2 % em relação a 2013, visto que a produção de peixes foi de 392.492 toneladas (IBGE, 2013, 2016). Os estados de Rondônia, Paraná e São Paulo são os principais produtores, os quais juntos produziram, em 2016, 42,4 % da produção nacional (IBGE, 2016).

A piscicultura é uma atividade que visa racionalizar o cultivo de peixes, exercendo particular controle sobre o crescimento, a reprodução e a alimentação destes animais (GALLI; TORLONI, 1985), oferecendo uma boa alternativa com maior rentabilidade e menor custo ambiental na produção de proteína animal em comparação com a pecuária (CASTAGNOLI, 1992).

A piscicultura caracteriza-se por apresentar espécies variadas que melhor se adaptam a determinadas regiões e onde, encontram melhor aceitação no mercado (SILVA, 2021). É uma forma de sobrevivência para diversas pessoas que vivem dessa modalidade de produção, mas que nem sempre é suficiente para viver somente dessa atividade.

Dentre as “novas” atividades do meio rural, a piscicultura destaca-se como alternativa de renda nas pequenas e médias propriedades rurais por proporcionar variadas opções de comercialização, como a criação de alevinos, engorda de peixes ou lazer, como os pesque-pague e a pesca esportiva (MARTINS *et al.,* 2020).

Aos olhos de quem vive o setor, a piscicultura vem mantendo um crescimento acima do desempenho geral da economia. Nos últimos 10 anos superou a taxa de crescimento da produção de outras carnes, sinalizando claramente que o brasileiro está a fim de mais pescado. E como o pescado produzido em terras tupiniquins não consegue suprir a demanda do brasileiro, o Brasil ano a ano vem importando cada vez mais pescado (KUBITZA, 2012).

2.2 A ESPÉCIE ESTUDADA

O tambaqui (*Colossoma macropomum,* CUVIER, 1818) é o maior Characiforme da Bacia Amazônica (Goulding, 1980) e está amplamente distribuído na América do Sul (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998). Na natureza, alcança porte máximo em torno de 100cm de comprimento e até 30kg de peso (GOULDING; CARVALHO, 1982; GOULDING, 1993; ARAÚJO-LIMA; GOULDIN, 1998). Seu corpo apresenta formato arredondado, coloração parda na metade superior e preta na metade inferior de seu corpo. O tambaqui possui boca terminal com fortes dentes molariformes e incisivos, que durante o período de inundação das florestas o permitem quebrar sementes e frutos de seringueiras e palmeiras (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; GRAÇA; PAVANELLI, 2007).

É um peixe de piracema nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, amplamente distribuído na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005). Segundo Kubitza (2004), é a principal espécie da Amazônia cultivada no país, cuja produção nacional em 2006 chegou a mais de 26.662 toneladas, correspondendo a 14 % do total (IBAMA, 2008). Em 2014, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM) estimou que foram

produzidas 71 mil toneladas de peixe em 11,9 mil hectares de lâmina d'água, um aumento na produção de mais de 78 % em relação a 2013. Isso representou um faturamento da ordem de R$ 248 milhões. Entre 2010 e 2015 o crescimento da produção foi de 400 %, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Seu ciclo de vida é de aproximadamente 15 anos, caracterizando-o como um peixe longevo, com comportamento migratório complexo sazonal para fins reprodutivos e de forrageamento (MARCON; FILHO, 1999). São espécies de alta fecundidade com desova total e ovos semipelágicos, sua maturidade sexual é alcançada entre o terceiro e quarto ano de vida (CHAGAS; VAL, 2003).

2.3 ASPECTOS PRODUTIVOS DO TAMBAQUI

Conforme Rodrigues (2016), o tambaqui é considerado uma das espécies mais importantes para a economia da Amazônia e muito apreciado pelo sabor. A popularidade do tambaqui é atribuída à facilidade de produção de alevinos, rápido crescimento, resistência a elevadas temperaturas na água dos viveiros, ao manuseio, a enfermidades e a baixos níveis de oxigênio dissolvido (SILVA et al., 1986; ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005). Em situação de hipóxia, apresenta adaptações comportamentais e fisiológicas para suportar a adversidade como: aumento da respiração e batimento cardíaco, aumento da afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, redução do metabolismo e baixa taxa de crescimento (VAL; ALMEIDA-VAL, 1995; FEITOZA, 2018).

No ambiente natural, o tambaqui é classificado, como frutívoro exclusivo, quando adulto, e onívoro com tendência zooplanctofágo, na fase jovem (SAINTPAUL, 1984). Feitoza (2018) considerou o tambaqui como o principal frutívoro da várzea. Isto foi confirmado por Silva (2003), ao analisar o trato digestório desta espécie, sugerindo que o zooplâncton só é consumido em uma época específica do ano, quando os itens de origem vegetal não estão disponíveis.

2.4 PROCESSO PRODUTIVO DO TAMBAQUI EM CATIVEIRO

A principal vantagem do cultivo de tambaqui em sistema de produção fechado é a sua capacidade de se alimentar de vários tipos de alimentos presentes no viveiro:

microcrustáceos planctônicos, algas filamentosas, plantas aquáticas, caramujos, frutas, sementes, tubérculos, rações peletizadas e extrusadas (PEZZATO, 1999; FEITOZA, 2018).

O sistema semi-intensivo geralmente são viveiros de barragem praticado em água disponível na propriedade, no entanto os avanços tecnológicos abriram a possibilidade de produção de pescado por tanques abastecidos por bombeamento, tendo as mesmas características de produção, sendo a única diferença o sistema de abastecimento. Dando a oportunidade de construção de tanques em locais mais esteticamente melhores para a logística entre os tanques e aproveitamento da área. Possui a possibilidade de esvaziamento total do criadouro, possibilidade de despesca, controle da reprodução dos animais estocados, controle da predação, presença de pratica de adubação, calagem opcionalmente, e tendo uma alimentação artificial de ração a base de subprodutos. Tem o controle da densidade populacional, tendo uma produtividade que pode chegar a 10 t/ha/ano.

Trabalhos realizados na Amazônia Ocidental com o tambaqui, mostraram bons resultados de ganho de peso de até 2 kg em oito meses de cultivo (SILVA, 2021). O sistema de criação mais utilizado é intensivo em viveiros escavados porque permite maior produção por unidade de volume quando comparado ao sistema extensivo, maior controle de doenças nos peixes, rapidez no momento da despesca, facilidade no arraçoamento, melhor observação dos peixes, etc. (MARTINS *et al.,* 2020).

2.4 AVALIAÇÃO ECONÔMICA NA PISCICULTURA

Para a análise econômica foi considerado dados de dois sistemas de produção aquícolas, sendo tanques escavados no sistema semi-intensivo abastecido por gravidade e outro por sistema de bombeamento. Com objetivo de analisar a viabilidade e taxa de retorno.

Trabalho realizado por Silva (2014), feita uma projeção para 5 anos, o tempo de recuperação do capital da piscicultura é 3 anos e 7 meses na região de Presidente Médici – RO. No entanto, Tessinai (2014), o capital investido é de quatro anos e onze meses. No entanto seguinte trabalho essa taxa de retorno foi após ao 5 ano, se for levado em consideração a compra da venda passara para o início 8 anos.

2.5 RECEITA BRUTA

A receita bruta é o valor obtido com a venda da produção (SCORVO FILHO, 2004). A Receita Federal, no regulamento do imposto de renda, RIR/1999, atualizado para 2010, em seu artigo 279, define como entrada bruta das vendas e serviços, venda de bens nas operações de conta própria ou conta alheia ou preço dos serviços prestados.

A receita bruta RB é encontrada através do produto da produção pelo preço unitário: RB = Pu x Qv; sendo Pu, o preço unitário de venda e Qv a quantidade vendida. Na piscicultura a receita bruta é o resultado dos montantes arrecadados com as vendas da produção de peixes ao longo dos ciclos produtivos (MARTINS et al., 2020).

2.6 DEPRECIAÇÃO

É o custo necessário para substituir os bens de capital, quando tornados inúteis pelo desgaste físico ou perda de valor tecnológico. A depreciação foi calculada pelo método linear, Equação (1).

$$D = \frac{Vi - Vf}{n} \quad (1)$$

Onde: D= depreciação (R$/ano);

Vi= valor inicial do bem (R$);

Vf= Valor final do bem (valor da sucata ao final da vida útil (R$);

n= número de anos.

Utilizou-se também a estrutura de custo total de produção (CTP), para efeitos de análise econômica composto por:

Custo variável total (CVT) - Definido como aquele que varia de acordo com as mudanças da produção: insumos, mão-de-obra, manutenção de equipamentos, transporte, embalagens, despesas gerais, etc., mais o custo de oportunidade do capital circulante (que é dependente da produção), estimado a uma taxa de juros de 8,75 % a.a., sobre a metade do valor do COE.

Custo fixo total (CFT) - Cuja quantidade não pode ser alterada com as mudanças da produção, tais como depreciação, impostos e taxas, que não dependem

da produção, seguro, etc. Além dos custos de oportunidade do capital imobilizado (investimento) a uma taxa de juros de 8,75% a.a. sobre a média do montante do investimento. Também constitui o CFT a remuneração do empresário (RE), assim como a remuneração da terra (RT). Custo total de produção (CTP) - Constituído pela somatória do CVT e do CFT.

2.7 LUCRO OPERACIONAL (LO)

É o grau de lucratividade do empreendimento com a venda dos produtos, descontados o valor dos custos para a sua produção. É expressa em R$ ou em porcentagem do total da Renda Bruta.

2.8 ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)

O indicador é importante porque apresenta a eficiência operacional obtida sob a forma de valor percentual. E demonstra qual é o ganho que a sua empresa consegue gerar a partir de um trabalho desenvolvido. É o dado que vai revelar se vale a pena ou não continuar com um projeto.

2.9 PONTO DE NIVELAMENTO

É definido como o volume de produção que a empresa necessita para que as receitas sejam iguais aos custos totais (CV+CF) e, por tanto, o mínimo que a empresa deve produzir para não apresentar prejuízo, expresso em quilogramas, e composto pela divisão entre os custos fixos totais e o preço de venda menos o custo variável médio, Equação (2). O ponto de equilíbrio pode, também, se expresso em porcentagem em relação ao volume da produção.

$$PE = PN = \frac{CFT}{PV - CVM} \qquad (2)$$

O PN é calculado a partir da fórmula: PN = CF/ (RB-CV), onde PN = ponto de nivelamento; CF = custos fixos; RB = receita bruta e CV = custos variáveis (BUARQUE, 1991).

2.10 PAYBACK

Esse cálculo mostra qual é o tempo necessário para o investidor recuperar o investimento econômico que fez no empreendimento, ou quantos ciclos com fluxos de caixa resultante das operações do projeto é preciso para devolver o valor investido inicialmente (MARTINS *et al.,* 2020). Mas não é aconselhável considerar apenas este indicador como decisão de investimento, porque não utiliza os fluxos de caixa depois do período de recuperação (SOUZA, 2003). Este método pode auxiliar na escolha de um projeto com prazo de retorno menor, quando não há outro com período mais longo, desde que possa gerar riqueza para o empreendedor, que apresente valores atuais líquidos maiores (BUARQUE, 1991).

2.11 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

A análise do valor presente líquido (VPL), também é conhecida como valor atual líquido (VAL), pode ser definido como valor esperado, pelo qual a empresa aumenta o seu capital se ocorrer investimento (SILVA; QUEIRÓS, 2011). Esse método identifica se há aumento ou não do valor da empresa, analisa todos os fluxos de caixa do projeto, permite a adição de todos os fluxos de caixa na data zero, considera o custo de capital e considera o risco no custo de capital (MARTINS *et al.,* 2020).

Se o VPL for maior que zero, o projeto é economicamente viável para investimento, ou seja, o valor empregado na atividade é recuperado e gera se o VPL tem valor igual a zero, Equação (3). Dependendo do objetivo, o projeto poder ser viável, paga o capital investido, cobre os riscos, mas é bom ter cautela e comparar com outros investimentos disponíveis; caso o VPL obtiver valor menor que zero, o projeto é inviável e não vale a pena investir porque resultará em dívida, não pagará o investimento ou a manutenção da atividade (LAPPONI, 2000).

$$VPL = \sum_{i=0}^{n} \frac{(Bi - Ci)}{(1 + j)^{i}} \quad (3)$$

Sendo VPL = VAL = valor atual líquido; CFt = valores dos fluxos de caixa do projeto no período t; I – valor global do investimento; t = tempo do investimento; i = taxa de atualização (CONTADOR, 1981).

2.12 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

TIR é taxa máxima que o investidor deve pagar quando fizer um empréstimo para não perder dinheiro, Equação (4). Ou também, a taxa mais elevada que o investidor pode contrair em um empréstimo para financiar um investimento sem perder dinheiro (BARROS, 2002).

$$TIR = j^* \quad \text{tal} \quad \text{que} \sum_{t=0}^{n} \frac{(Bi - Ci)}{(1 + j^*)^i} = 0 \qquad (4)$$

Onde TIR = taxa interna de retorno; Fn = cada valor do fluxo futuro do fundo; i = taxa de desconto; n = tempo correspondente ao fluxo dos fundos (GITMAN, 2002).

2.13 OUTRAS QUESTÕES ECONÔMICAS

Umas das formas de se determinar a viabilidade econômica de um sistema de produção no curto prazo (ao longo de um ciclo de produção), é a partir do estudo do comportamento de sua produção e dos insumos utilizados, ou seja, através da análise de custos e receitas geradas no sistema produtivo.

3. METODOLOGIA

No presente trabalho foram coletados dados primários de dois empreendimentos aquícolas, sendo dois viveiros abastecidos por gravidade e dois por sistema de bombeamento, com finalidade de comparar custos de produção e indicadores de rentabilidade. A metodologia é referente aos conceitos e fundamentos de análise econômicas (custos, fluxo de caixa, etc.) a que foram submetidos os dados.

3.1 BASE DE DADOS

Os dados, que formaram base para o desenvolvimento do projeto. Foram coletados em duas propriedades diferente, em condições diferentes de investimento e produção de piscicultura, de tal modo que propiciasse a análise de existência de uma economia de escala entre eles.

As duas fazendas escolhidas estão localizadas no vale do Jamari, uma localizada em Campo Novo-RO com tanques abastecidos por gravidade com áreas

total de 23.139 m² e 26.250 m², e outra localizada em Cujubim-RO com tanques abastecidos por bombeamento com tanques de 4.300 m² e 6.000 m².

As coletas de dados nas fazendas foram realizadas diariamente durante um ciclo de produção: gastos com a piscicultura; povoamento e manutenção durante o cultivo (desinfecção, calagem e adubação); parâmetros de qualidade de agua medidos diariamente; dados de alimentação medidos diariamente; parâmetros de qualidade de agua medidos semanalmente; subtração no número de peixes do cultivo (mortalidade, consumo e venda); biometria (peso e comprimento padrão), aproximadamente 12 meses, mediante planilhas especificas para a fase de investimento da fazenda, bem como para o acompanhamento do processo produtivo, os dados coletados envolvem os diferentes itens de investimento (custos incorridos e as datas de realização), e os itens operacionais (insumos com seus respectivos coeficientes técnicos e preços, e despesas gerais).

3.2 FATORES DE CONSIDERAÇÃO

O potencial de desenvolvimento da piscicultura, pode ser determinado por fatores internos e externos que interagem para delimitar a análise econômica que influi na atividade, tais como peculiaridades fisiografias, climáticas e socioeconômicas, que fazem cada empresa piscícola ser diferente uma da outra. Entretanto fatores considerados neste estudo classificam-se em *fatores técnicos* e *econômicos*, o primeiro refere-se às variáveis de manejo, de planejamento de tecnologia da produção, etc. e, o segundo refere-se aos custos de produção e do fluxo de caixa, para demonstrar resultados econômicos tais como, receita liquida, lucro, ponto de equilíbrio, etc., na estrutura de *custos*; e taxa interna de retorno, relação benefício-custo, etc., no fluxo de caixa.

3.3 FATORES TÉCNICOS

Localização – Dependendo da localização geográfica do empreendimento, a qualidade da água e do ambiente mudam.

Aspectos socioeconômicos – As atividades laborais dos habitantes da região e características socioeconômicos que envolvem o empreendimento. A aquicultura no Brasil não é a principal atividade econômica.

Temperatura da água – Determina o manejo da alimentação, e pode causar a morte do dos peixes.

Qualidade e quantidade de alimento - Tipo de alimento, taxa de alimentação, e conversão alimentar, determinarão o ganho de peso em um determinado tempo.

Ciclo de Produção - Para o estudo observou-se o ciclo de produção anual.

Volume de Produção - A quantidade, em quilogramas, de peixe produzido por metro cúbico, bem como a quantidade de produção por ciclo.

Planejamento - A determinação de objetivos e estratégias de produção para o empreendimento, que vai diferenciar uma empresa de outra, influencia diretamente a produtividade da piscicultura.

3.4 FATORES ECONÔMICOS

Investimento - Em termos monetários, representa a quantidade aplicada ao projeto piscícola, ao longo da vida útil do mesmo. Foram considerados despesas na compra ou confecção dos tanques-rede, construção ou reforma dos galpões e instalações complementares, equipamentos, etc.

Preço de venda - O preço de venda por quilograma de peixes (R$/kg). Este item define o valor da Renda Bruta (R$).

Condições de comercialização - De acordo com o objetivo de comercialização e condições (mercado interno, pesque-pague, consumo direto, mercado externo, etc.).

Custo de produção- São aquelas despesas necessárias para a operacionalização do empreendimento. A estrutura de Custo de Produção utilizada é a de Custo Operacional e Custo Total de Produção (CTP).

3.5 ESTRUTURA DE CUSTO DE PRODUÇÃO

Utilizou-se a estrutura de custo operacional proposta por MATUSANAGA *et al.,* (1976), para a coleta de dados primários. Nesta estrutura são considerados:

Custo operacional efetivo (COE) - São todos os dispêndios efetivos em dinheiro, para a operacionalização do empreendimento: mão-de-obra, insumos, manutenção dos equipamentos, transporte, impostos, etc.

Custo operacional total (COT) – Inclui depreciação de bens de capital, mão-de-obra familiar, mais o COE.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

De fato, existem muitos empreendimentos de diferentes graus de intensificação técnica e de investimento. Para a escolha dos empreendimentos baseou-se critérios de analisar aqueles que pudessem representar diferença em escalas de produção, diferentes níveis de investimentos, e por consequência, diferentes níveis de custos de produção.

As duas propriedades estão localizadas no Vale do Jamari do Estado de Rondônia, sendo uma no município de Campo Novo, e outra em Cujubim. Ambos são empreendimentos privados e tendo outras atividades paralelas como a pecuária e agricultura.

A espécie cultivada foi o tambaqui na fase de engorda, começando como o alevinão, que é o animal com 500 g, atingindo o peso final de 2,5 kg e no sistema 2 o cultivo iniciou com o animal pesando 200 g e peso final de 2,2 kg. O ciclo de produção durou cerca de 12 meses entre os anos de 2016 e 2017.No período de cultivo analisado a temperatura média da água variou entre 25 a 28°C para ambos.

A conversão alimentar média do tanque 10 e 11 durante o ciclo variou de 1,66 a 1,74, e o ganho de biomassa foi de 12.300,00 a 13.857,14 kg, e o consumo de ração foi de 21.402,00 a 23.141,42 kg. A produtividade do tanque foi de 0,47 a 0,60 kg/hectare, logrando entre 14.602,82 e 14.204,69 a kg ao ano, respectivamente.

A conversão alimentar média do tanque 15 e 23 durante o ciclo variou de 1,66, 1,95 e o ganho de biomassa foi de 2.138,00 a 3.702,00 kg, e o consumo de ração foi de 3.549,08 a 7.218,90 kg. A produtividade do tanque foi de 0,50 a ,62 kg/hectare, logrando entre 2.701,55 e 4.296,58 kg ao ano.

Os peixes foram comercializados para atravessadores com peso médio de 2,5 kg e a produção destinou se a cidade de Manaus-AM e vendidos ao frigorifico Zaltana, localizado na cidade de Ariquemes-RO. O preço varou entre R$ 4,50 a R$ 5,00 reais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos os resultados segundo estruturas de análise: custos de produção, fluxo de caixa e análise de sensibilidade.

4.1 Fatores econômicos considerados para estudo de viabilidade econômica

4.1.1 Custos de produção

Nos dois empreendimentos o manejo e o planejamento da produção foram o mesmo, devido à similaridade. Um bom manejo da tecnologia de produção permitirá uma maior produtividade, e consequentemente redução nos custos médios, proporcionando ao piscicultor maior lucratividade que é o objetivo principal de cada empreendimento (SCORVO FILHO, 1999; MARTINS *et al.,* 2020). Para encontrar estes índices, foram analisados os dados dos custos de produção da atividade para cada empreendimento. Como o planejamento de ambas as propriedades são iguais, definiu-se então como período padrão ao ciclo anual.

Conforme a Tabela 1, os principais custos de produção considerados para esse empreendimento foram: custos variáveis; insumos (alevinos, ração, adubo, calagem, kit para análise); assistência técnica; custos fixos; depreciação (equipamentos e viveiros); benfeitorias; mão de obra; taxas e impostos. O custo de produção referente ao valor pago para produzir 1 kg de peixe obteve média de R$ 2,78 nos dois sistemas ao longo de todo período e variou em cada sistema (tanque 10 – R$ 2,77, tanque 11 – R$ 2,68, tanque 15 – R$ 2,59, tanque 26 – R$ 3,08).

Liberato (2016) chegou-se ao custo de R$ 3,86 para produzir um quilo de tambaqui, sendo a receita bruta de venda no valor R$ 5,90 por quilo, apresentando uma lucratividade de R$ 2,04 por quilo, que representa 34,58 %, do lucro. O custo de produção referente ao valor pago para produzir 1 kg de peixe obteve média de R$ 2,02 ao longo de todo período e variou em cada ciclo (TESSINARI, 2009).

O item que apresentou maior importância foi à ração para engorda, representou 83 %, seguido de insumos e gastos totais. Conforme dados levantados na pesquisa realizada por (Tessinari 2009) o custo de alimentação para engorda (ração), representou 82,32 %, seguido da mão de obra com 10,11 % dos gastos totais. Já Liberato (2016) o item que que agregar maior custo é o da alimentação que consume 79 % dos custos totais; em segundo a mão de obra com 11 % dos custos totais.

Tabela 1 - Custo total de produção de tambaqui, safra 2016/2017 – 12 meses.

Itens (R$)	Sistema 1		Sistema 2	
	Tanque 10	Tanque 11	Tanque 15	Tanque 26
Investimento Fixos				
Viveiros	92.556,00	105.000,00	17.200,00	24.000,00
Equipamentos	2.190,00	2.190,00	2.190,00	2.190,00
Deposito de ração	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Outorga e licenciamento ambiental	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00
Projeto técnico e ART da obra	3.350,00	3.350,00	3.350,00	3.350,00
Bomba d'agua 25 cv	-	-	1.000,00	1.200,00
Sub Total	**108.596,00**	**121.040,00**	**34.240,00**	**41.240,00**
Custos e Despesas Fixos				
Mão de obra + encargos sociais	372,00	380,00	326,00	326,00
Assistência Técnica	462,00	470,00	470,00	470,00
Manutenção	2.000,00	2.000,00	250,00	250,00
Sub Total	**2.834,00**	**2.850,00**	**1.046,00**	**1.046,00**
Custos e Despesas Variáveis				
Corretivos e fertilizantes	2.000,00	2.831,00	250,00	568,00
Alevinos	550,00	500,00	120,00	150,00
Ração	28.250,42	30.548,20	4.067,00	9.537,00
Mão de obra temporária	400,00	400,00	50,00	100,00
Sub total	31.200,42	34.279,20	4.487,00	10.355,86
TOTAL	**34.034,42**	**37.129,20**	**5.533,00**	**11.401,86**

O gasto médio com hora máquina foi de R$ 40.000,00 por hectare nos dois sistemas de produção, sendo esse valor nas proximidades do vale do Jamari. Segundo Liberato (2016) os custos na fase de construção do tanque escavado, num valor de R$ 29.500,00 por hectare na região de Presidente Médici-RO. Contudo, Tessinari (2009) e Martins *et al.,* (2020), a hora máquina para 1,5 hectare é de R$ 60.00,00 na região de Urupá-RO.

O gasto de energia dos tanques bombeado não foram colocados nos gastos, por não serem significativos, graças a Resoluções Normativas 620/2014 e 800/2017, publicadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), foram estabelecidas mudanças no tratamento dispensado aos consumidores que utilizam a prática de irrigação nas atividades de agropecuária e aquicultura, tanto no que se refere a

atendimento quanto ao faturamento. Trata-se de benefício concedido pelo governo na tarifa da energia elétrica utilizada no consumo das atividades de irrigação ou aquicultura. Na aquicultura deve ser utilizado único e exclusivamente para o bombeamento dos tanques de criação, berçário, na aeração e iluminação nesses locais; Federal: a redução da tarifa somente ocorrerá nos horários compreendidos entre horário de 21h30 às 6h do dia seguinte, nos demais horários será cobrado o valor normal da tarifa; Cliente do Grupo A não optantes pelo faturamento do Grupo B, tem direito a desconto de 80 % sobre o valor da tarifa; Cliente do Grupo B ou optantes, tem direito a desconto de 67 % sobre o valor da tarifa.

Sendo o sistema 1 é constituído pelo tanque 10 com área total de 23.139 m², que foi povoado com 5.025 indivíduos com média de 500g, já tanque 11 tem área total de 26.250 m², povoado com 4.888 indivíduos com médica de 500g.

O sistema 2 é constituído pelo tanque 15 com área total de 4.300 m², que foi povoado com 1013 indivíduos com média de 200g, já o tanque 26 tem área total de 6.000 m², povoado com 1462 indivíduos com média de 200g.

4.1.2 Receita bruta e lucro operacional

Conforme a Tabela 2, obtendo uma receita bruta no sistema 1 no tanque 10 de 55,35 % e lucratividade médio de 44,65%; e no tanque 11 de 53,63 % e lucratividade médio 46,37 %. Já no sistema 2, a receita bruta do tanque 15 foi de 51,77 % e lucratividade de 48,23 %; no tanque 26, obteve 61,5 e lucratividade de 38,40 obtendo a menor média em todos os tanques avaliados no sistema. Sem levar em conta a depreciação e o valor da terra. Nesse período verificou-se que essa atividade conseguiu pagar todos os gastos assim como possui potencial de gerar riqueza.

No trabalho de Tessinari (2009) valores da receita bruta, 44,1 % destinaram-se ao pagamento de custos, resultando em um índice de lucratividade médio de 55,9 %. No entanto, Silva (2014) e Silva (2021) obtiveram o valor de retorno de 49 %, considerando atraente financeiramente.

Tabela 2 – renda liquida dos sistemas de produção

Itens (R$)	Tanque 10	Tanque 11	Tanque 15	Tanque 26
Receita bruta	61.500,00	69.285,70	10.690,00	18.510,00
Custo operacional	34.034,42	37.129,01	5.533,79	11.401,86
Renda liquida	27.465,58	32.156,69	5.156,21	7.108,14

Fonte: Os autores.

4.1.3 Margens de contribuição e índice de lucratividade

A média dos preços de venda do pescado durante o ciclo de produção foi de R$ 5,00 e a média da margem de contribuição foi de R$ 2,77, esse é o ganho real em um kg de peixe. De todos o montante dos valores da receita bruta, 54 % destinaram-se ao pagamento de custos, resultando em um índice de lucratividade médio de 46 %.

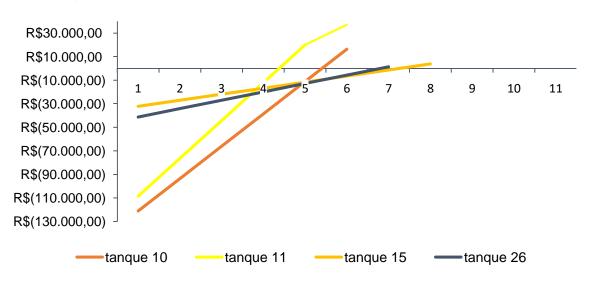
4.1.4 Depreciação, renda e ponto de equilíbrio e lucratividade

Para o cálculo da depreciação dos tanques escavados foi empregada a taxa de 2,5 % ao ano, conforme metodologia por Sorvo filho (2008). A renda bruta correspondeu a R$ 61.500,00 para o tanque 10; R$ 69.285,70 para o tanque 11; R$10.690,00 para o tanque 15 e R$ 18.510,00 para o tanque 26.

A forma de comercialização e valores foram basicamente o mesmo para todos os cultivos, mantendo a margem do valor estipulado no trabalho. Os gastos de vende vão de 1 – 1,5 % do custo total da produção. O preço de venda do tanque 10 foi de R$ /Kg; o do tanque 11 foi de R$ /kg; o do tanque 15 foi de R$/kg e tanque 26 foi de R$ /kg.

Payback

Os valores do investimento no período do ciclo estão apresentados no gráfico da Figura 1 e mostram valores positivos a partir do quarto ano:

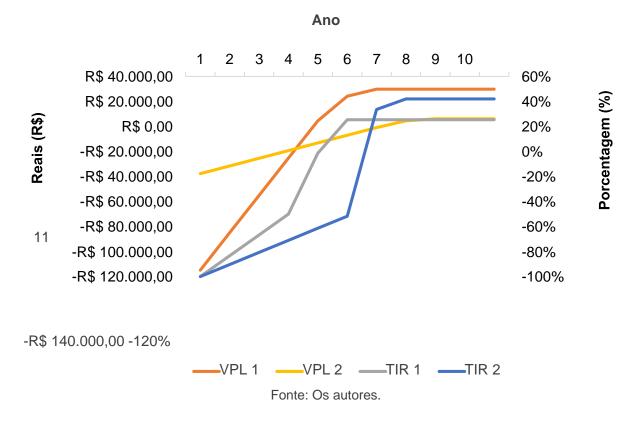
Figura 1 - Gráfico do *Payback* com projeção para 10 anos em reais.

Fonte: Os autores.

Desse modo, o *Payback* de quatro anos e onze meses para os sistemas de produção ter um valor satisfatório. A metodologia do *Payback* não é a única ferramenta para a tomada de decisões de viabilidade econômica de projetos e deve ser utilizado em conjunto com outros indicadores, para Martins et al. (2020), esse modelo pode ser empregado como alternativa de desempate entre análises excludentes e semelhantes.

4.1.5 Valores presentes líquidos (vpl) e taxa interna de retorno (tir)

O período de quatro anos e onze meses para recuperação do capital investido significa que o empreendimento reembolsou o montante aplicado durante os cinco primeiros anos iniciais da atividade. O gráfico da Figura 2 a seguir mostra esses valores para VPL e TIR durante os ciclos de produção.

Figura 2 - Gráfico do VPL e da TIR dos sistemas com projeção para 10 anos.

Fonte: Os autores.

Valores do *PAYBACK*, VPL e TIR considerando os gastos com a compra da área do empreendimento. A propriedade onde estão localizados os empreendimentos analisados não foi comprada, já eram dos proprietários. Mas essa atividade pode ser implantada por um empreendedor que não possui propriedade rural, desde que esteja disposto a desembolsar o valor necessário para comprar ou arrendamento da terra.

O preço da terra foi baseado nos dados do INCRA, com valor de mercado atual referente ao ano de 2017. O gráfico da Figura 3 mostra o tempo necessário para recuperar todo capital.

Figura 3 - Gráfico do *Payback,* considerando o preço da terra (2017).

ano Sistema 2 Sistema 1

Milhares (R$): 60.000,00; 40.000,00; 20.000,00; 0,00; -20.000,00; -40.000,00; -60.000,00; -80.000,00; -100.000,00; -120.000,00; -140.000,00; -160.000,00

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

VPL: 10000; 0; -10000; -20000; -30000; -40000; -50000

Fonte: Os autores.

O gráfico acima apresenta ainda os valores das projeções até o décimo ano sempre com resultados positivos e crescentes, atingindo TIR de 20 % no 6º a 8º ciclo de produção, após ter recuperado todo valor investido em infraestrutura, sem a necessidade de novos investimentos em construção de tanques.

VPL e TIR, considerando os gastos com a compra da área do empreendimento com preço atualizado. De acordo com a Tabela 3, Se for considerado o preço da terra nua atualizado, o *Payback* será do sistema 1, no tanque 10 será de seis anos; no tanque 11 será de quatros anos e meio.

Tabela 3 – *Payback* considerando o preço da terra atualizado.

Tanque 10		**Tanque 11**	
Fluxo de caixa (R$)	**F.C. Acumulado (R$)**	**Fluxo de caixa (R$)**	**F.C Acumulado (R$)**
-142.630,42	-142.630,42	- 158.169,01	- 158.169,01
27.465,58	-115.164,84	32.156,69	- 126.012,32
27.465,58	-87.699,26	32.156,69	- 93.855,63
27.465,58	-60.233,68	32.156,69	- 61.698,94
27.465,58	-32.768,10	32.156,69	- 29.542,25
27.465,58	-5.302,52	**32.156,69**	**2.614,44**
27465,58	**22.163,06**	32.156,69	32.156,69
27.465,58	27.465,58	32.156,69	32.156,69
27.465,58	27.465,58	32.156,69	32.156,69
27.465,58	27.465,58	32.156,69	32.156,69
27.465,58	27.465,58	32.156,69	32.156,69

Fonte: Os autores.

De acordo com a Tabela 4, se for considerado o preço da terra nua atualizado, o *Payback* será do sistema 2, no tanque 15 será de oito anos; no tanque 26 será de sete anos e meio.

Tabela 4 - *Payback,* considerando o preço da terra atualizado.

Tanque 15		**Tanque 26**	
Fluxo de caixa (R$)	**F.C. Acumulado (R$)**	**Fluxo de caixa (R$)**	**F.C Acumulado (R$)**
-40.132,00	-40.132,00	-49.240,00	-49.240,00
5.136,21	-34.975,79	7.108,14	-42.131,86
5.136,21	-29.819,58	7.108,14	-35.023,72
5.136,21	-24.663,37	7.108,14	-27.915,58
5.136,21	-19.507,16	7.108,14	-20.807,44
5.136,21	-14.350,95	7.108,14	-13.699,30
5.136,21	-9.194,74	7.108,14	-6.591,16
5.136,21	-4.038,53	7.108,14	516,98
5.136,21	1.117,68	7.108,14	7.108,14
5.136,21	5.156,21	7.108,14	7.108,14
5.136,21	5.156,21	7.108,14	7.108,14

Fonte: Os autores.

5. CONCLUSÕES

Os dados analisados apresentaram mais viabilidade econômica para o cultivo em tanque abastecidos por bombeamento, tendo valores lucrativos significativos e com projeções rentáveis. Apresentou (*Payback*) abaixo de cinco anos para ambos sistemas, e taxa interna de retorno a partir do quinto ano. Portanto, os dois sistemas de produção possuem viabilidade econômica para investimento, onde todo valor investido é recuperado, devendo levar em consideração todos os fatores relacionados a cada local no momento da escolha de qual sistema implantar.

REFERÊNCIAS

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce**. Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 23, p. 425-434, 2001.

ALMEIDA-VAL, V.M. F.; VAL, A. L. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In: VA, A. HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. P. 45-49;
ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L.C. Tambaqui (Colossoma macropomum). In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Editora UFMS, 2005. P.175-202;

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: MCT-CNPq, 1998, 186 p;
ANA. Agência Nacional de Águas. Aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia elétrica. **Caderno de Recursos Hídricos**, v.8, 2005.

BARROS, H. **Análise de Projetos de Investimento.** Lisboa: Edições Sílabo, 2002;
BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos:** uma avaliação didática. 8.ed. ed. Rio de Janeiro, Campus, 1991;

CALDERÓN, L. E. V. **Avaliação econômica da criação de tilápias (Oreochromis spp.) em tanque-rede**: estudo de casos. 2003. 87 p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.397-402, 2003.

CONTADOR, C.R. **Avaliação social de projetos.** São Paulo: Atlas, 1981. 301p.
CARNEIRO F.C.P.; MARTINS, M. I. E. G.; CYRINO, J. E. P Estudo de caso da criação comercial da 22mporta vermelha em tanque-rede – Avaliação Econômica. **Informações Econômicas** v.29. n.8, p.52-61, 1999.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 192p
FEITOZA, D. L. S. **Análise do risco da rentabilidade em pisciculturas de tambaqui nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima, para o mercado consumidor de Manaus-AM.** 2018. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2018.

FRITSCH, J. In: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (ORG). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Editora UFMS, 2005, p.3-14.

GALLI, L. F. ; TORLONI, C. E. **Criação de peixes**. 3ed. São Paulo: Nobel, 1985.119p
GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7.ed. São Paulo: Harbra, 1997, 841 p.

GOULDING, M. **The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian** Natural History, Los Angeles, University of California Press, USA, 1980. 200 p.

GOULDING, M.; CARVALHO, M.L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): na 22mportante Amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, p.107-133, 1982.

GOULDING, M.; CARVALHO, M.L.; FERREIRA, E.G. **Rio Negro:** Rich Life in Poor Water, SPB Academic publishing, The Hague, 1988. 200p
GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná e áreas adjacentes.** Maringá: EDUEM, 2007. 241 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. IBGE, Rio de Janeiro, v. 41, p. 1-108, 2013.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidade de federação**. Brasília: IBAMA,2008. 174p.

KUBTIZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, v.14, p. 2739, 2004.

LAPONNI, J. C. **Projetos de investimento: construção e avaliação do fundo de caixa:** modelos em Excel. São Paulo: Laponni Treinamento e Editora, 377 p., 2000.

MARTINS, L. P. et al. Viabilidade econômica para o cultivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiro escavado no município de Urupá, Rondônia – Brasil. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.12, n.2, 2020.

MARCON, J. L.; FILHO, D. W. Antioxidant processes of the wild tambaqui, Colossoma macropomum (Osteichthyes, Serrasalmidae) from the Amazon. **Comparative biochemistry and physiology**. **Part C, Pharmacology, toxicology ; endocrinology**, v. 123, n. 3, p. 257–63, 1999.

MEANTE, R.E.X.; DÓRIA, C.R.C. Caracterização da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia: desenvolvimento e fatores limitantes. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.9, n.4, p.164-181, 2017.

NUNES, E. S. S. et al. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 41, n. 1 p 139-143, 2006.

PEZZATO, L. E. Alimentação de peixes: relação custo benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 1999, Porto Alegre**. Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999, p.109-118.

RODRIGUES, T. T. E. **Piscicultura e assistência técnica na Amazônia Ocidental**. 2016. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2016.

SAINT-PAUL, U. Ecological and Physiological investigations of Colossoma macropomum, a new species for fish culture in Amazônia**. Memorias de La Asociation Lalinoamericana de Acuicultura**, v.5, p.501-518, 1984.

SCORVO FILHO, J. D. **Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de três regiões de São Paulo**. 199. 133 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1999.

SCORVO FILHO, J. D. et al. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Org). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2004. P.517-533.

SILVA, A. G. **Viabilidade econômica da produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em Presidente Médici, RO**. 2014. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, RO, 2014.

SILVA, R. F. **Potencial econômico e nutricional do corte espalmado do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 1,2kg em Rondônia – Brasil**. 2021. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2021.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **Agroindústria**, v.35, p.421–463, 2012.

SILVA, E. S.; QUEIRÓS, M. **Gestão Financeira –** Análise de Investimentos. 2. Ed. Lisboa: Vida Económica, 2011.

SOUZA FILHO, J.; SCHAPPO, C.L.; TAMASSIA, S.T. J. **Custo de produção do peixe de água doce.** Florianópolis: Instituto Cepa/SC/ Epagri, 2003.

TESSINARI, C. R. **Estudo de viabilidade econômica para o cultivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) no município de Urupá – Rondonia.** 2014, 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, RO, 2014.

CAPÍTULO 02

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE TAMBAQUI (Colossoma macropomum) EM RELAÇÃO A OUTRAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS NO ESTADO DE RONDÔNIA

Abson Arruda Praxedes
Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR
E-mail: abson.apraxedes@gmail.com

Ricardo Henrique Bastos de Souza
Doutorando em Ciência Animal pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e Professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: ricardobastos@unir.br

Jerônimo Vieira Dantas Filho
Doutor em Ciência Animal e Graduado em Engenharia de Pesca
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Clodoaldo de Oliveira Freitas
Doutor em Administração e Professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: clodoaldo@unir.br

RESUMO: Objetivou-se demonstrar a viabilidade econômica da piscicultura na criação de tambaqui, em comparação a outras atividades agropecuárias, usando a taxa interna de retorno (TIR), *Payback e* rentabilidade para identificar qual atividade é mais viável, apresentando uma análise das vantagens e desvantagens da piscicultura quando confrontadas com as demais atividades. A atividade leiteira apresentou taxa interna de retorno (TIR) e *Payback* melhores quando comparada com a piscicultura, quanto a rentabilidade as atividades obtiveram 0,51 %. A piscicultura e a pecuária de corte representaram números positivos demonstrando-se atrativas para investimento. Com números similares na TIR e no *Payback* mostrou-se que as duas são eficientes. No entanto, a avicultura apresentou médias inferiores quando comparada com o cultivo de tambaqui, a taxa interna de retorno e o *Payback.* A rentabilidade da avicultura apresentou melhores índices que a piscicultura, em decorrência dos altos investimentos estruturais em equipamentos, a avicultura apresentou *Payback* de 4 anos a mais que a piscicultura, porquanto, precisa-se de um investimento consideravelmente menor para se iniciar à atividade. O cultivo de tambaqui em Rondônia oferece benefícios econômicos, destacando-se entre as atividades produtivas, no entanto, ainda carece de maiores investimentos em tecnologias e em equipamentos para otimização dos rendimentos da produção.

PALAVRA-CHAVE: Piscicultura. Rentabilidade. *Payback.* TIR.

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre a importância e o papel do agronegócio no desenvolvimento econômico do Brasil vem ganhando força ao longo do tempo, impulsionado, principalmente, pela concepção de desenvolvimento duradouro, geração de emprego e renda, segurança alimentar e desenvolvimento local (BEZERRA; SCHLINDWEIN, 2017).

Das práticas dessas atividades no Brasil, a que se destaca recentemente e que tem crescido rapidamente com aumento na oferta e ganhos de produtividade, é a aquicultura (VALENTI *et al.,* 2021). A partir dos anos 80, a aquicultura assumiu características de atividade econômica (SIDONIO *et al.,* 2012). De acordo com os mesmos autores, essa nova posição é fruto de uma série de fatores que possibilitaram a sua real implantação. Pode-se citar como um deles a existência de tecnologia compatível com uma criação racional, viabilizando diferentes processos de produção que permitem o escoamento da produção, tanto em larga como em pequena escala (LEÔNIDAS, 2015). Segundo Brito (2009), a população está consumindo mais pescado em função dos benefícios à saúde, a pesca extrativista está se estagnando e o estoque tradicional dos rios e mares estão super explorado.

A piscicultura é uma atividade que visa o cultivo racional de peixes, envolve planejamento adequado para uma boa produção e uma série de custos diretos e indiretos. Além disso, a piscicultura apresenta grande relevância social e econômica para a ampliação da produção de alimentos, podendo também contribuir com a conservação da diversidade biológica de ambientes naturais (VALENTI *et al.,* 2021). Na Amazônia, embora os recursos pesqueiros sejam abundantes, a crescente demanda por espécies de alto valor comercial tem por um lado ocasionado uma diminuição dos estoques pesqueiros naturais e, por outro, impulsionado o desenvolvimento da piscicultura (OLIVEIRA *et al.,* 2012; MEANTE; DÓRIA, 2017).

Dados de produção nacional de água doce confirmam o crescimento da produção de peixes, bem como evidenciam o estabelecimento de algumas espécies em posição de destaque, peixes como o tambaqui, que possui uma produção considerável dentre a produção total nacional de alimentos de origem animal (MENDONÇA *et al.,* 2009; DANTAS FILHO, 2020).

A produção de tambaqui no Brasil é sem dúvida um feito na piscicultura brasileira, com destaque a região norte sendo a maior produtora da espécie. Em uma

década passou de 5 mil toneladas anuais para uma produção superior a 65 mil toneladas distribuídas nos estados de Rondônia (principal produtor), Roraima, Amazonas, Acre, Pará e Amapá (CAMPOS *et al.,* 2015).

O estado de Rondônia é o maior produtor de peixes nativos do Brasil correspondendo 47,5 % da produção de um total de 94 mil toneladas de peixes produzidos em 2018 (IBGE, 2018) e tem o tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) e o pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) como os peixes mais cultivados na região Norte, que juntos representam cerca de 85 % do pescado cultivado em Rondônia (MEANTE; DÓRIA, 2017).

Sousa *et al.,* (2016) apresenta o tambaqui (*Colossoma macropomum*) como originário da América do Sul, onde habitam as áreas inundáveis das bacias dos rios Orinoco e Amazonas é considerado o segundo maior peixe de escamas de água doce dessa região, alcançando mais de 1 (um) m de comprimento e peso superior a 30 kg. Por ser um peixe de ambientes de várzea e igapó, desenvolveu características adaptativas e morfológicas que permitem a esta espécie viver em locais com baixas concentrações de oxigênio.

Outra atividade rural em destaque no Brasil é a pecuária, que desde a colonização do País vem exercendo um papel importante no desenvolvimento econômico. As regiões tradicionais de pecuária nos últimos anos vêm concedendo espaço para exploração de culturas que acarretam maior rentabilidade por área de produção e a criação de gado vem se conduzindo para as fronteiras agrícolas, as zonas de expansão, em especial os estados amazônicos (TEIXEIRA; HESPANHOL, 2014). A criação de bovino de corte apresenta diversidade no sistema de produção e nos mecanismos de comercialização e gestão do gado, sendo essas propriedades as principais para o desenvolvimento dessa atividade no País (CARVALHO; ZEN, 2017).

Em continuidade aos destaques as atividades agropecuárias, o leite é um dos seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, sendo essencial no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população. O agronegócio apresenta uma grande importância para o setor econômico brasileiro, decorrente dos seus avanços quantitativos e qualitativos, e por ser responsável para criação de emprego e gerar renda ao país. Com o clima e o solo favorável para grandes produções, e com a oferta de mão de obra beneficia o agronegócio levando o país a ser referência mundial na pecuária (GOLLO *et al.,* 2017).

A atividade avícola, não menos importante, constitui como ramo do setor primário brasileiro, por apresentar características próprias de produção diferentes de outras atividades, a produção de aves se desenvolveu rapidamente, por possuir um o controle biológico do processo consegue excluir os fatores externos e melhorar o desenvolvimento do frango (OLIVEIRA *et al.,* 2017). A produção avícola foi relevante nas últimas décadas por investir em tecnologias e em mão de obra especializada para o gerenciamento da atividade. Devido ao incremento desses processos a avicultura brasileira se tornou um protótipo de sucesso para as demais cadeias produtivas de carne (FREITAS *et al.,* 2010).

Diante dessas informações entendesse-se que o mercado do agronegócio brasileiro vem crescendo e ganhando destaque em várias áreas, principalmente na tecnologia e facilitando a produção. Em consequência do aumento da população e necessário a produção em grande escala em uma mesma área. Diante dos pressupostos, o objetivo como esse capítulo é demonstrar a viabilidade econômica da piscicultura, especificamente da criação de tambaqui em comparação a outras atividades agropecuárias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PECUÁRIA

A produção animal é a principal fonte de proteína para a população humana, e tem grande valor econômico e estratégico para o mundo. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de carnes, garantindo saldos significativos na nossa balança comercial (IBGE, 2013). No balanço de 2014, o desempenho positivo desse setor é explicado pelo ramo pecuário. Com crescimentos mensais sucessivos, a renda da pecuária acumulou expansão de 6,91 % em relação a 2013. A atividade pecuária é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro. Ela tem participação expressiva no PIB e gera milhares de empregos diretos e indiretos (BARROS *et al.,* 2014).

2.2 PISCICULTURA

Atualmente, a aquicultura é uma atividade com diversas áreas, podendo cultivar vários organismos aquáticos, incluindo nesse cenário plantas aquáticas, moluscos,

crustáceos e peixes, sendo que a intervenção ou gestão do processo de criação é fundamental para o crescimento da produção (VALENTI *et al.,* 2021). Talvez a mais significativa diferença em relação ao conceito da pesca, é que este último arremete a ideia de exploração de recursos naturais de propriedade pública ou descaracterizada de proprietário (OLIVEIRA *et al.,* 2015).

No Brasil, há vantagem da amplitude de terras e do país possuir a maior reserva de água doce do planeta, possuindo cerca de 8 mil km³, diferença grande quando comparado a Rússia, segundo país com maior reserva de água doce, possuindo cerca de 4,5 mil km³. Além desses fatores naturais que propicia a atividade de piscicultura, o país ainda tem um litoral com 7,4 mil km de extensão. As variedades de espécies de peixes da Bacia do Rio Amazonas é um fator diferencial para o Brasil atingir novos mercados. As características edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do tambaqui é um trunfo para o Brasil (SIDONIO *et al.,* 2012).

A aquicultura, logo, é a produção de organismos predominantemente aquáticos, em qualquer fase de produção, e que envolva um espaço confinado e controlado. A prática requer consumir recursos naturais, como água, energia e solo, existindo a necessidade de uma racionalização destas fontes. Respondendo a esta demanda, a aquicultura sustentável preza pela produção lucrativa, com uma conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, promovendo o desenvolvimento social (OLIVEIRA *et al.,* 2015).

A piscicultura, tem se tornado uma importante atividade rural em Rondônia. O clima tropical, a proximidade de um amplo mercado consumidor, somado a alta disponibilidade de água que asseguram as sete bacias hidrográficas existentes, colocam Rondônia em destaque na produção aquícola brasileira (XAVIER, 2013).

Uma das características da geografia de Rondônia é sua malha hídrica de proporção vantajosa, composta por córregos e rios com preservação natural. Essa condição privilegiada, que é desfrutada pelos piscicultores (COSTA; RODRIGUES, 2015). No estado de Rondônia existem cerca de 4.200 piscicultores distribuídos pelos 52 municípios, totalizando 14 mil hectares de área alagada. A espécie que predomina nos tanques é o tambaqui, que representa 95 % da produção pesqueira do Estado (BRASIL, 2018).

A espécie *Colossoma macropomum*, conhecido como tambaqui, e um peixe nativo da região Amazônica, apreciada pela população em geral e principalmente a local, diante os benefícios nutricionais e o fácil acesso dessa espécie, na qual vem

expandindo em questão de produção (DANTAS FILHO, 2020). O Estado de Rondônia é um grande potencializador da produção, conforme a EMATER-RO, o diferencial da produção em Rondônia é o tipo de peixe cultivado. A maioria dos outros países investe em espécies exóticas, mas Rondônia aposta em espécies nativas como tambaqui (LENZ *et al.,* 2018).

Dentre os principais atrativos do tambaqui aos piscicultores, destaca se a facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de evolução, alta rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor, que ganha impulso com a redução nos estoques naturais de tambaqui e qualidade superior desse tipo de peixe produzido em cativeiro (NUNES, 2019). Contudo, o sucesso obtido pelo estado de Rondônia demonstra que políticas públicas são fundamentais para aumentar o cultivo de peixes no país (PEDROZA FILHO, 2016).

O aumento é destacado na intensificação da produção do tambaqui, porque reflete investimentos ao setor privado e também de políticas públicas adotadas por estados como Rondônia, que, por meio de ações de desburocratização e desoneração do licenciamento ambiental, crédito facilitado e redução do ICMS do pescado e da ração, fizeram o estado saltar de 19 mil para 63 mil toneladas de tambaqui de 2013 para 2014, 90 mil toneladas em 2016 (PEDROZA FILHO, 2016).

2.3 POTENCIALIDADES DAS PISCICULTURAS REGIONAIS

A piscicultura é uma atividade que objetiva o cultivo racional de peixes, envolve planejamento adequado para uma boa produção e uma série de custos diretos e indiretos. Na Amazônia, embora os recursos pesqueiros sejam consideráveis, o aumento da demanda por espécies de alto valor comercial tem provocado uma diminuição dos estoques pesqueiros naturais, em contrapartida, impulsionado o desenvolvimento da piscicultura (MEANTE; DÓRIA, 2017). Embora na região a atividade ainda seja considerada iniciante, as características da Amazônia que incluem abundância de recursos hídricos, clima favorável e grande diversidade de espécies com potencial para o cultivo, têm contribuído com a expansão e o sucesso da atividade (OLIVEIRA *et al.,* 2012).

O setor piscícola brasileiro está no rol das atividades agropecuárias de grande importância econômica. Segundo Vilela *et al.,* (2013), devido ao clima tropical e

grande disponibilidade hibrida. Ao longo dos anos, o estado de Rondônia, por vezes intitulado “Estado Natural da Pecuária”, principalmente direcionado à bovinocultura.

Entretanto, demonstra potencialidade no setor aquícola, que vem aumentado sob as perspectivas do agronegócio e agricultura familiar, enfatizando como grupo propício em vista que também apresenta vocações climáticas, geológicas, hidrológicas e edáficas adequadas ao pleno desenvolvimento da aquicultura. De acordo com a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), a Amazônia Ocidental, devido aos seus aspectos naturais, é vantajosa à exploração da piscicultura em sua quase totalidade. Ainda de acordo com a SUFRAMA, os municípios que apresentam condições mais favoráveis à atividade no estado são: Porto Velho, Cacoal, Ariquemes, Ouro Preto do Oeste, Ji-Paraná, Rolim de Moura e Pimenta Bueno. Tais áreas foram recomendadas devido encontrar-se em arredores de rodovias federais e estaduais e hidrovias. Porém, de acordo com Rocha (2015), a seleção de uma área para aquicultura depende da espécie a ser cultivada; de aspectos legais, sociais e culturais; de infraestrutura; de requerimentos biofísicos e do sistema de cultivo a ser adotado. Esse são fatores que interligados entre si, são interdependentes.

2.4 SISTEMA DE CULTIVO

O sistema de cultivo na piscicultura, pode ser: extensivo - realizado em represas construídas ou em lagos naturais onde o produtor se preocupa apenas com o primeiro povoamento de alevinos; semi-intensivo – realizado em viveiros, potencializando a desenvolvimento primária servindo como principal fonte de alimento para os peixes, com a adubação do viveiro, administração de ração e calagem e Intensivo – realizado em viveiros planejados, escavados com máquinas e por possuírem declividade para facilitar o escoamento da água e despesca dos animais (MELO, 2010).

O tambaqui é produzido principalmente em sistemas aquícolas que envolvem o tradicional cultivo semi-intensivo em viveiros escavados na região norte (PEDROZA FILHO, 2016).

3. O TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui é um peixe característico da Região Norte do Brasil, de grande participação na economia do estado de Rondônia e comumente comercializado nas feiras municipais. Sua avaliação microbiológica é de grande relevância, pois faz parte do cardápio da população de forma geral. O pescado é um alimento perecível devido a sua elevada atividade água (aw) e presença de diversas bactérias de deterioração, estando suscetível à contaminação de microrganismos oportunistas e patogênicos, caso as condições higiênicosanitárias sejam insatisfatórias (VIANA *et al.,* 2016).

O crescimento da população mundial tem resultado em uma demanda maior de alimento e com isso precisa de uma grande ação do homem sobre os recursos naturais para aumentar a produção. Vivendo esse aumento da demanda de alimento que está equivalente ao do sedentarismo. Tem-se buscado agregar maiores produções de alimentos com melhor qualidade. Com isso o pescado tem encontrado cada vez mais espaço lugar na área dos alimentos. O pescado oriundo da aquicultura vem mostrando um progresso contínuo nos últimos anos, enquanto a captura apresentou uma queda em 2003 (MENDONÇA *et al.,* 2009).

O tambaqui é uma espécie originária da América do Sul, da bacia Rio Amazonas, pertencente à família *Characidae,* podendo medir 90 cm e pesar 30 kg. É de grande aceitação na produção, pois está presente em 24 estados brasileiros (VIANA *et al.,* 2016). Em estudos realizados sobre o comportamento e biologia reprodutiva do tambaqui na natureza, relatam alta fecundidade da espécie, verificando valores médios de 1.014.376 ovócitos (PONTES, 2013). O método de criação de tambaqui, permite que a piscicultura possa se firmar como atividade profissional, em que todos os setores funcionem de forma planejada, desde a produção dos juvenis à comercialização, durante todo o ano (IZEL, 2004).

3.1 VIABILIDADE ECONÔMICA DA CRIAÇÃO DE TAMBAQUI

A piscicultura está se tornando uma atividade econômica relevante para indústria de alimentos, especialmente para o pequeno e médio produtor, em função de sua característica primordial de não necessitar de grandes extensões de terra nem grandes aplicações e segundo Scorvo Filho (1999) e Martins *et al.,* (2020), com boa rentabilidade, taxa de retorno.

O desenvolvimento da cadeia produtiva do tambaqui é impulsionado pela sua rusticidade, margens de lucro atraentes e grande aceitação pelo mercado consumidor. Tem desenvolvido o interesse do consumidor por cortes de peixe mais elaborados, nos quais o tambaqui se destaca pela ampla capacidade de cortes como banda de tambaqui, filé sem espinhas, costela e lombo sem espinho (NUNES, 2019). Apesar de o tambaqui apresentar custo de produção mais elevado que o da tilápia, ele atinge margens maiores devido ao melhor preço de venda (PEDROZA FILHO, 2016).

Os múltiplos pontos de vistas dos avanços tecnológicos fazem do tambaqui a espécie de maior potencial aquícola para o Brasil. Mesmo possuindo pouquíssima de tecnologia quando comparado com a tilápia, a margem bruta foi positiva para todos os polos produtores de tambaqui (PEDROZA FILHO, 2016; MARTINS *et al.,* 2020).

4. PECUÁRIA DE CORTE

A pecuária de corte brasileira foi antecipada a partir do sistema extensivo de produção, dentro do contexto histórico, se concretiza a introdução dos bovinos em novas áreas de terras abertas, sobre a floresta ou em terras esgotadas pelas lavouras de grãos para assegurar a posse de grandes extensões de terra, habitualmente com baixa ou nenhuma tecnologia de produção aplicada. Outro fator que induziu bastante os diversos métodos de produção dentro do país, se deu devido às características climáticas, históricas, econômicas e ambientais de cada região (SILVA *et al.,* 2015).

A exploração da bovinocultura tornou se relevante como atividade produtiva no país, tanto pelo impacto na economia, quanto na produção de alimentos. Além de ser a segunda carne mais exportada, esta circunstância se dá pelo fato da abundância do crescimento no setor de produção de carne bovina nos últimos anos (NASCIMENTO *et al.,* 2017). São caracterizados como gado os animais de campo, criados para serviços rurais, consumo, fins industriais e comerciais. Animais bovinos, bubalinos, caprinos, equinos, ovinos e outros, classificam-se como gado. A atividade pecuária de bovinos de corte é repartida em cria, recria e engorda. De acordo com Golas *et al.,* (2014) pode ser combinada da seguinte forma: cria, recria, cria-recria, cria-recria-engorda, recria-engorda ou engorda.

Não existem um sistema único de manejo de rebanho para todo o Brasil, existem 3 (três) tipos de Sistema de Produção, onde se definem basicamente em pastagem ou em confinamento, onde cada qual carrega seus custos próprios. Na

exploração da pecuária, o manejo do gado diversifica de cada região, cultura pecuarista, qualidade do gado, e do interesse do produtor (ZILIOTTO *et al.,* 2016).

A atividade de cria é a de essencial por se tratar da base da pecuária, assim essa também deve ser trabalhada de maneira empresarial, uma vez que é o início de toda e qualquer atividade do segmento. Por isso, faz-se necessário analisar de forma bastante especificada os indicadores técnicos e gerenciais, para que sejam então examinados os gargalos da atividade (LUCARELLI; SANTOS, 2016).

Entretanto, segundo Garcia et al. (2017) entre as etapas de produção na pecuária de corte (cria, recria e terminação), a cria pode ser considerada a principal fase, visto que fornece o bezerro, que é o insumo principal para a produção de carne bovina. Quanto à sua viabilidade financeira, o sistema de cria pode ser considerado de baixa rentabilidade quando comparado com o sistema de recria ou terminação.

5. PECUÁRIA DE LEITE

A atividade leiteira é uma das alternativas disponíveis para garantia de renda mensal na agricultura familiar (SILVA, 2015). Tem surtido com a conscientização dos produtores da necessidade de administrarem eficientemente a atividade, tornando-a mais competitiva e buscando maior rentabilidade. A competência no desenvolvimento do produtivo é um ponto essencial para a preservação de qualquer atividade pecuária, sendo que estudos com a finalidade de determinar o custo e a rentabilidade proporcionam aos produtores subsídios para a tomada de decisões (FERREIRA *et al.,* 2004).

O leite é primordial à alimentação humana, sendo produzido em todo o mundo. A importância pode ser observada no ambiente produtivo e econômico mundial, especialmente em países considerados em desenvolvimento e em sistemas de agricultura familiar. Nas últimas três décadas, a produção mundial de leite aumentou mais de 50 %, chegando a 769 milhões de toneladas em 2013 (FAO, 2016).

Este setor está em franco crescimento em expansão nos últimos anos. Grande parte deste crescimento deve-se ao setor agropecuário, que dispõe de funções indispensáveis para o país, produz alimento para humanos e animais, fornece matéria prima para indústrias e gera excedentes para exportação, desse modo ampliando a disponibilidade de divisas. Em uma economia de mercado como a agricultura, quem estabelece o preço é o comprador. Cabe, portanto ao empresário rural, encontrar ou

desenvolver formas e/ou métodos que contribuam para a redução dos custos de produção e assim conseguir maior lucratividade nos seus produtos (DILL, 2016).

6. AVICULTURA

A avicultura industrial brasileira foi firmada como um segmento moderno vigorosamente estimulado por políticas públicas, principalmente a partir dos anos de 1970, quando se iniciaram as exportasses brasileiras de carne de frango. No início do século XXI o Brasil se tornou um dos maiores exportadores mundiais de carne de frango (BELUSSO; HESPANHOL, 2010)

A criação da avicultura brasileira foi iniciada pelos produtores familiares, no qual até hoje é considerada recente em diversas regiões do País. A sua integração é sobretudo por animais rústicos, como por exemplo os da linhagem “caipiras”, em conjunto com outras atividades como, leiteira, ovos, carnes bovinas e suína, que eram responsáveis pela geração de renda da propriedade (ZEN *et al.,* 2014). A avicultura de corte é um dos ramos de maior ênfase no agronegócio brasileiro e produziu 13,10 milhões de toneladas de carne de frango em 2016, elevando o Brasil ao patamar de segundo maior produtor mundial (BARBOSA *et al.,* 2017).

Mas para obter uma boa produção de aves, faz-se necessário o aprimoramento de tecnologias de manejo, a boa formulação de rações e os suplementos alimentares, com isso elevando a capacidade produtiva de frangos de corte. A cadeia produtiva de aves de corte realçou-se nas últimas décadas por um processo de crescimento tecnológico e capacidade de organização entre os diferentes agentes que compõem a avicultura (FREITAS *et al.,* 2010).

A avicultura industrial é um importante ramo do setor primário brasileiro, por ter desenvolvido rapidamente, apresentando características próprias, como o alto grau de controle do processo biológico, que propicia o desenvolvimento do frango em condições adversas, não dependendo de solo e clima, apenas do mercado externo, diferentemente de outras atividades agropecuárias de acordo com (OLIVEIRA *et al.,* 2017).

A dependência da avicultura brasileira em relação ao mercado externo coloca a atividade em vulnerabilidade, pois, numa situação de crise mundial pode haver diminuição das encomendas, o que desencadearia a adoção de medidas para reduzir a produção no País (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

Outro ponto, citado por Rodrigues *et al.,* (2014) e a eficiência desta cadeia está relacionada a vários fatores, como: melhoramento de linhagens e insumos, investimentos em tecnologias de automatização do sistema produtivo, controle das condições sanitárias de criação, aperfeiçoamento de pessoal quanto ao manejo das aves, além do sistema de produção integrado. No entanto, esta cadeia é muito competitiva e possui uma margem estreita de lucro, além de ser vulnerável a condições sanitárias.

7. METODOLOGIA

A proposta metodológica dessa pesquisa foi de comparar a viabilidade econômica do cultivo de tambaqui com pecuária de corte e de leite e com avicultura. Por meio de buscas de publicações indexadas à *Scientific Eletronic*

Online (Scielo), manuais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos (MAPA) e no portal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), para deferir e discutir a retratação e interpretação dos resultados abordados nesse trabalho.

8. REVISÃO DE LITERATURA

8.1 CUSTO OPERACIONAL

Os custos de maneira geral são alvos de estudo em várias áreas de pesquisa, pois conhecer os gastos incorridos no processo de produção de um bem, mercadoria ou serviço é de fundamental importância para o sucesso do negócio (SILVA *et al.,* 2013).

Segundo Silva *et al.,* (2016) o levantamento da estimativa do custo operacional que leva em consideração a soma do COE (Custo Operacional Efetivo) acrescentando todos os encargos sociais (referente à mão de obra), depreciação da infraestrutura e outros equipamentos. O COE, nesse caso, é a soma de todas as despesas diretas, todos os custos realizados pelo empreendedor para a efetivação da produção de sua atividade, como mão de obra; hora máquina; combustível; insumos como ração, alevinos, equipamentos e quaisquer outros gastos.

O cálculo do custo operacional total (COT) é uma forma de avaliar se uma atividade é sustentável em longo prazo. É um valor satisfatório, porque analisa se o fluxo de caixa é capaz para cobrir todos os gastos mensais do produtor (como gastos

com insumos), o COT inclui também as retiradas mensais do produtor e as depreciações de benfeitorias, equipamentos e máquinas; mostra os valores que o produtor deve poupar anualmente para repor os respectivos recursos de produção no final da vida útil da cada um.

8.2 ÍNDICES ECONÔMICOS

A contabilidade tem como finalidade gerar informações aos diversos usuários para a tomada de decisão. Essas informações deverão ser úteis, relevantes, precisas e fornecidas em tempo hábil. Os dados registrados na contabilidade são transformados em relatórios e, a partir destes, a empresa prepara as demonstrações contábeis. Estas são publicadas com intuito de tornar pública a situação econômica e financeira das empresas. No entanto, grande parte dos usuários externos (sociedade, clientes, fornecedores, investidores, financiadores, dentre outros) tem dificuldade em compreender as informações contidas nessas demonstrações, visto que as mesmas são altamente técnicas (DALMÁCIO; PAULO, 2004).

Os usuários externos, especialmente no Brasil, devido à concentração acionária (Lopes, 2002), não têm acesso aos relatórios internos da empresa, de onde derivam os demonstrativos contábeis publicados, necessitando assim, de um maior número de informações, além das que estão disponíveis, a fim de possibilitar uma melhor interpretação e análise dos dados apresentados. Esses usuários, de posse dos demonstrativos, devem ser capazes de avaliar em que situação a empresa se encontra, se é rentável, se valoriza os seus funcionários e se há preocupação com os aspectos socioambientais.

8.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A TIR é um método sofisticado para a análise de investimentos, bastante difundido no meio empresarial. A TIR representa a rentabilidade interna de um projeto, obtida pelo desconto do fluxo de caixa observado nos períodos de análise e que anule o valor do investimento inicial, assim, a taxa interna de retorno obtida pelo projeto pode ser comparada à taxa mínima de atratividade desejada, para tomada de decisão de investimento, ou ainda, atribuída como taxa de retorno para o investidor (SVIECH; MANTOVAN, 2013).

A literatura especializada define Taxa Interna de Retorno - TIR como sendo a taxa de juros que anula o valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa de um investimento. A obtenção da TIR se dá pela solução da equação 1, na qual a incógnita é a taxa i, e CFj o fluxo de caixa na data j.

Equação 1

$$VPL = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{CF_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+i)^n} = 0 \quad (1)$$

Multiplicando-se por $(1+i)^n$, obtém-se a equação equivalente do valor futuro líquido (VFL):

Equação 2

$$VFL = CF_0 \times (1+i)^n + CF_1 \times (1+i)^{n-1} + \cdots + CF_{n-1} \times (1+i) + CF_n = 0 \quad (2)$$

Ou seja, a obtenção da TIR se dá pela resolução de uma equação polinomial de grau n, que, no limite, pode admitir até n raízes positivas.

Um investimento será viável sempre que a TIR for igual ou superior ao custo de oportunidade do capital investido (podendo-se considerar também a taxa de juros requerida pelo empresário). Este custo de oportunidade, em geral, corresponde à taxa mínima de atratividade da empresa ou ainda a taxa média de juros de mercado (SILVA, 2009).

Trata-se de uma taxa hipotética que faz com que os valores das despesas sejam iguais aos valores dos retornos dos investimentos, trazidos ao valor atual. A comparação da TIR pode ter três resultados: Se o valor da TIR for maior que taxa de referência, o projeto deve ser aceito; quando a TIR for igual a taxa de referência, o projeto poder ser viável, paga o capital investido, mas recomendase ter cautela; mas se a TIR obtiver valor menor que a taxa de referência, o projeto é inviável porque os ganhos são inferiores à TMA (FREITAS *et al.,* 2015; DANTAS FILHO, 2017).

Payback

Esse índice mostra qual é o tempo necessário para o investidor recuperar o investimento econômico que fez no empreendimento, ou quantos ciclos com fluxos de caixa resultante das operações do projeto é preciso para devolver o valor investido

inicialmente (FREITAS *et al.,* 2015). Este índice pode auxiliar na escolha de um projeto com prazo de retorno menor, quando não há outro com período mais longo, desde que possa gerar riqueza para o empreendedor, que apresente valores atuais líquidos maiores (FREITAS *et al.,* 2015; DANTAS FILHO, 2017).

Essa técnica possui duas fraquezas fundamentais, ela não leva em consideração o aspecto tempo em relação ao valor dinheiro e não leva em consideração os fluxos de caixas recebidos após o prazo do *payback* o que pode ser significativo, visto que dependendo do negócio a rentabilidade desejada aparece somente após esse prazo (MATTEI, 2017). A decisão de aceitar ou rejeitar determinado investimento depende do padrão-limite estabelecido pela empresa, que deve ser confrontado com o período o *payback* obtido. Muitas vezes é interpretado como um importante indicador do nível de risco em um projeto de investimento, pois em momentos de maiores incertezas geralmente o limite-padrão definido pelas empresas em geral reduz se bastante (MATTEI, 2017).

8.4 RENTABILIDADE

Segundo Albuquerque *et al.,* (2017) denominam o Índice de Rentabilidade (IR) como o índice que mede o número de vezes que as entradas de caixa descontadas (é descontado o valor do dinheiro no tempo ao custo de capital proposto) cobrem o investimento realizado no projeto.

Equação 3

$$IR = \frac{\sum FCt\ Descontado}{Investimento}$$

$$IR = \frac{FC1}{(1+K)^1} + \frac{FC2}{(1+K)^2} + \ldots + \frac{FCn}{(1+K)^n}$$

Se o Índice de Rentabilidade (IR) for maior do que um, o projeto é viável. Em contrapartida, se esse índice for menor do que um, o projeto deve ser rejeitado. Os índices econômicos de rentabilidade indicam a aplicação de recursos em bens e direitos realizáveis ou em imobilizações, em contrapartida de obrigações representam

o somatório do patrimônio da empresa deduzidos os empréstimos que a organização contraiu para a aquisição do patrimônio.

A análise das demonstrações financeiras permite extrair resultados de índices sobre o investimento, retorno sobre as vendas e retorno sobre o capital próprio, entre outros. A rentabilidade representa o resultado das operações da empresa em determinado período em relação aos investimentos realizados tendo em vista elementos econômicos, operacionais e financeiros (ROCHA *et al.,* 2016).

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação da piscicultura para a produção do tambaqui (*Colossoma macropomum*), com a pecuária de leite demonstrado na figura 1, apresentam melhores números em relação a cultivo do tambaqui na piscicultura, com uma taxa interna de retorno em média de 28,12 % tem uma perspectiva de desenvolvimento melhor em relação a piscicultura que teve média de 18,53 %, menor que da atividade comparada, mas ainda possuindo uma TIR atrativa. O *Payback* apresentado pela atividade leiteira ficou com média de 4,90 anos, ficou menor que a piscicultura para cultivar o tambaqui (*C. macropomum*) que obteve média de 6,46 anos. As rentabilidades dos dois sistemas de produção ficaram parecidas, com uma leve vantagem para piscicultura que apresentou média de 25,90 %, com a porcentagem tão próxima à da atividade leiteira que apresentou 25,39 % esse fator pode ser nulo para a escolha da atividade a se exercer levando em consideração apenas os outros dados.

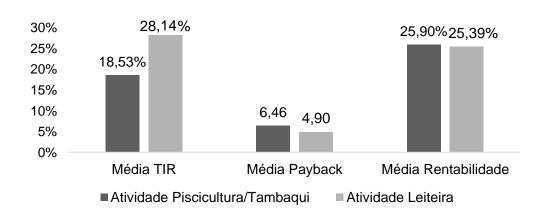



Figura 1. Piscicultura *vs* Pecuária de Leite.

Fonte: Adaptado por Leônidas (2015), de Vilela (2013), Barros (2016), Kruger (2017), Telles *et al.,* (2017).

A vantagem que a piscicultura leva em relação a pecuária de leite é quanto à área necessária para a sua produção, onde o cultivo de peixes pode ser realizado em áreas menores que um hectare, a atividade leiteira necessita de grandes áreas de pastagens que serve de alimento para os animais, com isso quanto maior o rebanho maior deve que ser a área de pastagem disponível, pois em qualquer das duas atividades a falta de alimento para o animal vai interferir diretamente na produção.

A comparação pecuária de corte com o cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) possuem dados semelhantes quando analisadas as taxas internas de retorno (TIR), *Payback* e rentabilidade (Figura 2). A piscicultura apresentou a taxa interna de retorno de 18,53 % em média com chances de crescimento um pouco melhor que a pecuária de corte que apresentou média de 17,88 %. A atividade de corte teve um *Payback* menor, quando analisado a figura 2 que demonstra a média dos dados coletados, apresentou média de 6,43 anos, ficando menor que a atividade de piscicultura que apresentou média do *Payback* de 6,46 anos, diferença quase que inexistente.

A rentabilidade da pecuária de corte apresentou a média de 34,07 % ficando à frente da piscicultura que ficou com média de 25,90 % quando encerramento do ciclo de cultivo. Levando em consideração o tempo de produção, a piscicultura se sai melhor por possuir um ciclo de produção menor que a pecuária de corte, assim a rentabilidade aumenta quando levada em consideração o mesmo tempo de produção para os dois cultivos, onde a produção do tambaqui (*C. macropomum*) leva em média 10 meses e consegue ser desenvolvida em áreas menores que a necessária na recria e engorda do bovino de corte que necessita de grandes áreas de pastagens e leva aproximadamente 28 meses para fechar o ciclo com bom acabamento.

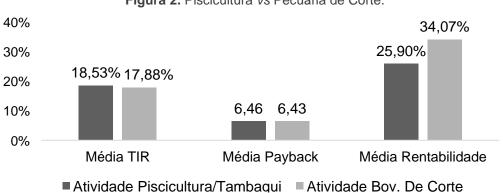



Figura 2. Piscicultura *vs* Pecuária de Corte.

Fonte: Adaptado de Furlaneto *et al.,* (2009), Araújo *et al.,* (2012), Raupp & Fuganti (2014) e Freitas *et al.,* (2015).

As duas atividades apresentam bons números que as deixam atrativas a receberem novos investidores, com números muito parecidos na TIR e no *Payback* mostram que as duas são eficientes. A vantagem para pecuária de corte apresenta um número melhor em rentabilidade, porém com um ciclo maior, fazendo que o dinheiro investido demore um pouco mais para girar. Assim a atividade de piscicultura na criação de tambaqui (*C. macropomum*) pode ser mais vantajosa por consegui fechar os ciclos mais rápidos movimentando mais o capital.

A atividade avícola comparada com a produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) representadas na figura 3, apresenta bons números quando se está procurando no que investir, a produção do tambaqui (*C. macropomum*) apresentou as taxas interna de retorno 25,52 % maior que à atividade avícola, com isso deduzimos que a chance de crescimento da piscicultura é significativamente melhor, enquanto a atividade avícola teve 13,80 % a piscicultura obteve 18,53 %. O *Payback* estimado de cada cultivo mostrou que a piscicultura possui média de 6,46 anos para retornar seu investimento enquanto a atividade avícola necessita 10,54 anos. A rentabilidade no final de cada ciclo foi superior para a atividade avícola que apresentou média de 40,22 % de rentabilidade em contraponto a piscicultura que apontou média de 25,90 %.

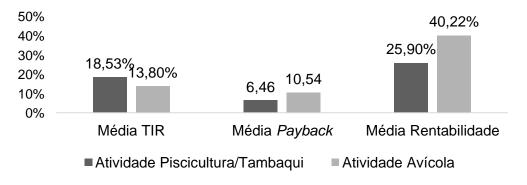



Figura 3. Piscicultura *vs* Atividade Avícola.

Fonte: Adaptado de Izel (2004), Freitas *et al.,* (2010), Rocha (2015) e Kruger (2017).

Ainda que a rentabilidade da avicultura se sobressaia a piscicultura é a mais viável. Porque a produção de aves demanda maiores investimentos em suas instalações. Os custos de implantação de uma avicultura alcançam montantes de R$ 300.000,00 em criações familiares, enquanto para implantar uma piscicultura os custos arcam os R$ 26.000,00 (Vancin *et al.,* 2017). Por isso, o *Payback* foi consideravelmente menor para a piscicultura.

10. CONCLUSÃO

De acordo com as informações obtidas pela pesquisa, as atividades verificadas nesse trabalho, tais como, cultivo de tambaqui, pecuária de corte, de leite e avicultura, apresentaram bons índices econômicos. A atividade leiteira apresentou taxa interna de retorno (TIR) e *Payback* melhores quando comparada com o cultivo de tambaqui, no entanto, a rentabilidade de ambas as atividades ficaram próximas com 0,51 %. A vantagem da piscicultura é em relação a área de operação empregada, onde o cultivo de tambaqui pode ser realizado em pequenas áreas, podem, em grandes volumes de produção, por meio do desenvolvimento da biomassa. Enquanto à atividade leiteira necessita de grandes áreas de pastagem em sistema extensivo.

O cultivo de tambaqui e a pecuária de corte apresentaram TIR e *Payback* similares e apresentaram-se atrativos para investimento. Entretanto, a pecuária de corte apresentou maior rentabilidade por ciclo de produção. Porém, é um ciclo longo em sistema extensivo, o que retarda o retorno econômico. Por consequência de ciclos mais curtos o cultivo de tambaqui antecipa o retorno de investimento.

Na avicultura constatou-se índices de retorno econômicos inferiores em comparação a piscicultura. Contudo, a rentabilidade foi superior ao cultivo de tambaqui, isso é devido aos investimentos estruturais em infraestruturas. Deve-se levar em consideração a oferta e demanda atual na região de possível implantação do cultivo desejado, a localidade para facilitar a venda do produto e se possui incentivos governamentais.

Portanto, o cultivo de tambaqui em Rondônia oferece benefícios econômicos, destacando-se entre as atividades produtivas, no entanto, ainda carece de maiores investimentos em tecnologias e em equipamentos para otimização dos rendimentos da produção.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.R. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira da implantação de um serviço de sinalização horizontal no complexo portuário do pecém: estudo de caso em uma empresa de engenharia**.** *Anais do* **Encontro nacional de Engenharia de Produção e Modernização**, João Pessoa, PB, Brasil, 36, 2016.

ARAÚJO, H.S. et al. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.82-89, 2012.

BARROS, G.S.C. et al. **Relatório PIB Agro-Brasil**. Piracicaba, SP: CEPEA, 2014.

Barbosa, R.C. et al. Análise de viabilidade econômica de sistemas de aquecimento de instalações agropecuárias para criação de frangos de corte. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.212-222, 2017.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso**, v.2, n.1, p.25-51, 2010.

BEZERRA, G. J.; SCHLINDWEIN, M. M. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS,
Brasil. **Interações, v.**18, n.1, p.3-15, 2017.

BRITO, A.M. **A Piscicultura como alternativa de desenvolvimento sustentável no município de Pimenta Bueno-RO**. 2009. 30 f. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, RO, 2009.

CAMPOS, J. L. et al. A Cadeia de produção e o preço do tambaqui. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.25, n.149, p.42-45, 2015.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A. A. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v.3, n.1, p.85-99, 2017.

COSTA, A. L. S. et al. Caracterização da piscicultura na região de Ariquemes, no estado de Rondônia. **Revista de Geografia Agrária**, v.10, n.20, 2015.

DALMÁCIO, F.Z.; PAULO, F.F.M. A evidenciação contábil: publicação de aspectos sócio-ambientais e econômico-financeiros nas demonstrações contábeis. **Brazilian Business Review**, v.1, n.2, 2004.

DANTAS FILHO, J.V. Gestão de Custos na Piscicultura no Município de Presidente Médici – Rondônia – Brasil. **ABCustos**, v.12, n.2, p.29-53, 2017.

DANTAS FILHO, J. V. **Qualidade nutricional dos cortes comerciais de peixes nativos da Amazônia**. 2020. 124 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2020.

DILL, B.V. **Viabilidade da modernização e expansão da pecuária leiteira em uma empresa rural de Panambi–RS**. 2015. 52 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Dairy Production and Products –** Milk Production. ROMA: FAO, 2016.

FERREIRA, M. M. et al. Avaliação econômica da produção de bovinos confinados: estudo de caso. **Informações Econômicas**, v.34, n.7, p.8-20, 2004.

FREITAS, C. O. Gestão de Custo e Viabilidade de Implantação de Piscicultura no Município de Urupá em Rondônia, Amazônia–Brasil. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos**. Foz do Iguaçu, PR, 12, 2015.

FREITAS, F. R. D. et al. Avicultura no município de Mauriti-CE: um estudo de caso. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v.1, n.1, p.1-11, 2010.

FURLANETO, F. P. B. et al. Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. **Informações Econômicas**, v.2, n.39, p.5-11, 2009.

García, F.Z. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira de sistemas de cria em gado de corte: estudo de múltiplos casos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.4, p.1030-1038, 2017.

GOLAS, A. et al. Comparativo de custos e resultados em sistemas de produção de bovinos: o caso da fazenda Santa Luzia. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, v.3, n.5, 2014.

GOLLO, V. et al. Análise da viabilidade econômica-financeira das atividades leiteira e suinícola em uma propriedade rural. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos**. Florianópolis, SC, 13, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisas Trimestrais da Pecuária**, v.1. 2013.

IZEL, A.C.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (Colossoma macropomum) em tanques escavados no Estado do Amazonas.** Manaus: Embrapa,
2004. 24p.

KRUGER, S. D. et al. Análise comparativa da viabilidade econômica e financeira das atividades avícola e leiteira. **Revista Ambiente Contábil**, v.9, n.1, p.37-55, 2017.

LOPES, A. B. **A informação contábil e o mercado de capitais**. São Paulo :Pioneira Thomson Learning, 2002.

LUCCARELLI, R. S.; SANTOS, G. Análise da viabilidade econômica da pecuária de corte na fase de cria, no município de Itapira-SP. **Revista iPecege**, v.2, n.4, p.73-82, 2016.

LENZ, D. R. et al. Caracterização do sêmen de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante período reprodutivo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, n.4, p.603-607, 2018.

MARTINS, L. P. et al. Viabilidade econômica para o cultivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiro escavado no município de Urupá, Rondônia – Brasil. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.12, n.2, 2020.

MEANTE, R.E.X.; DÓRIA, C.R.C. Caracterização da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia: desenvolvimento e fatores limitantes. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.9, n.4, p.164-181, 2017.

MENDONÇA, P. P. et al. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de zootecnia**, v.58, n.223, p.323-331, 2009.
MELO, C. et al. Diagnóstico da piscicultura na mesorregião Sudeste do Estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v.10, n.1), p.55-65, 2010.

MATTEI, J. **Análise da viabilidade econômico-financeira, da ampliação da produção de rapaduras na Agroindústria Mattei, considerando o risco associado ao retorno esperado**. 2017. 83 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, SC, 2017.

NASCIMENTO, M. F. A. et al. (2017). Viabilidade econômica de dois sistemas de produção de bovinos de corte. **Revista Espacios**, v.38, n.27, 2017.

NUNES, C. T. **Composição química de cortes comerciais em diferentes classes de peso de peixes nativos da Amazônia**. 2019. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, RO, 2019.

OLIVEIRA, A.M. et al. Caracterização da atividade de piscicultura nas mesorregiões do Estado do Amazonas, Amazônia Brasileira**. Revista Colombiana Ciencia Animal**, v.4, n.1, p.154-162, 2012.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v.2, n.1, 2015.

OLIVEIRA, V. R. T. F. et al. Viabilidade econômica na implantação de um aviário para produção de frango de corte em sistema de integração no Município de Santa. **Anais da Semana de Zootecnia e Ascenção da Zootecnia no Nordeste brasileiro**. Recife, PE, Brasil, 15, 2017.

PEDROZA FILHO, M. X. et al. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim da Aquicultura**, v.7, n.1, 2016.

PONTES, M. F. P. (2013). **Efeito da aeração artificial suplementar sobre a produtividade do tambaqui (*Colossoma macropomum)* em sistema sem fluxo contínuo de água**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

RAUPP, F. M.; FUGANTI, E. N. Gerenciamento de custos na pecuária de corte: um comparativo entre a engorda de bovinos em pastagem e em confinamento. ***Custos e Agronegócio Online***, v.10, n.282-316, 2014.

Rocha, D.O. (2015). **Geotecnologias aplicadas à estruturação de um sistema de informação geográfica da piscicultura no estado de Rondônia**. 2015. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, RO, 2015

ROCHA, L. A. et al. O impacto dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento no desempenho de empresas. **Revista de Economia Contemporânea**, v.20, n.1, p.58-91, 2016.

RODRIGUES, W.O.P. et al. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia biosfera**, v.10, p.60-66, 2014.

SILVA, I. C. et al. A importância da gestão de custos na elaboração do preço de venda. **Colloquium Humanarum**, v.10, p.553-558, 2013.

SILVA, J. J. et al. Avaliação do custo de produção da piscicultura no assentamento Nossa Senhora Aparecida, em Várzea Grande-MT. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.8, n.1, 2016.

SILVA, L. A. C. Análise de Investimento em piscicultura: produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. **Anais do Congresso de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Ilhéus, BA, 31, 2009.

SCORVO FILHO, J. D. **Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de trêsregiões de São Paulo.** 1999. 98 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) –
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP, 1999.

SIDÔNIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES setorial**, v.35, p.421-463, 2012.

SILVA, E. R. F. **Modernização da agricultura e reestruturação produtiva da atividade leiteira.** 2015. 284 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, SP, 2015.

Silva, G. G. **Estudo de viabilidade econômica na produção de bovinos de corte no sistema cria e recria na fazenda Rincão da Palha-SC**. 2015. 58 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SVIECH, V.; MANTOVAN, E. A. Análise de investimentos: controvérsias na utilização da TIR e VPL na comparação de projetos. **Percurso**, v.1, n.13, p.270-298, 2013.

SOUSA, R.G.C. et al. Avaliação do ganho do peso de tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. **Biota Amazônia**, v.6, n.1, p.40-45, 2016.

TELLES, P.G. et al. Análise de custos e viabilidade financeira na produção de leite in natura: estudo de caso em uma propriedade rural de Lagoa Vermelha-RS. **Anais do Congresso Brasileiro de Custos**. Florianópolis, SC, Brasil, 2017.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, n.36, p.26-38, 2014.

VALENTI, W. C. et al. Aquaculture in Brazil: past, 47ilápias and future. **Aquaculture Reports**, v.19, p.100611, 2021.

VIANA, I. C. L. A. et al. Análise microbiológica do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na feira municipal de Ariquemes, Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v.7, n.2, p.67-73, 2016.

VANCIN, V. et al. Estudo de viabilidade para a produção de 47ilápias, como alternativa à produção de frangos de corte para pequenos produtores rurais
da região norte do rio grande do sul. **Perspectiva**, v.41, n.154, p.85-95, 2017.

VILELA, M.C. et al. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Custos e Agronegócio Online**, v.9, n.3, 2013.

XAVIER, R. E. **Caracterização e prospecção da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Rondônia**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2013.

ZEN, S. et al. Evolução da avicultura no Brasil. **Informativo Cepea**, v.1, n.4, 2014.

ZILIOTTO, M. R. et al. Comparação do Custo de Produção de Bovinocultura de Corte: Pasto versus Confinamento. **Gestão e Tecnologia**, v.23, p.1-12, 2016.

CAPÍTULO 03

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO CICLO DE CULTIVO DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) EM VIVEIRO ESCAVADO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Robson Satelis de Souza
Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR
E-mail: robson_satelis@gmail.com

Fernanda Bay Hurtado
Doutora em Biologia Experimental e Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: fernandabay@unir.br

Jerônimo Vieira Dantas Filho
Doutor em Ciência Animal e Graduado em Engenharia de Pesca
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Jucilene Cavali
Doutora em Zootecnia e Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: jcavali@unir.br

RESUMO: O pirarucu apesar de suas características adaptativas particulares que favorecem seu cultivo em viveiros escavados e sob altas densidades de estocagem, a obtenção do máximo potencial zootécnico vem sendo prejudicada principalmente pela influência da qualidade de água. Por isso, o objetivo com esse trabalho foi caracterizar a qualidade da água em um ciclo de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*). O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa em Piscicultura Carlos Eduardo Matiazze, Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO. Onde foram mensurados os parâmetros limnológicos nas fases de cultivo de 60 pirarucus em viveiro subdivido em hapas e em tanques rede. Os resultados obtidos foram comparados com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) e nº 430/2011 (BRASIL, 2011), verificando os dados obtidos conforme sua classe de enquadramento de uso (piscicultura). A qualidade da água sofreu influência direta da fase de cultivo do pirarucu em todos os ciclos de cultivo devido ao manejo adotado no viveiro. Foram encontrados valores adequados para oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram obtidos quando houve menor biomassa no viveiro e na fase de crescimento até 4,5 kg de peso do pirarucu.

PALAVRAS-CHAVE: Fases de cultivo; Piscicultura; Qualidade de água; Influência ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia apresenta grande potencialidade para expandir a criação de peixes devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, abundância e riqueza de espécies nativas e clima propício para cultivo o ano todo, sem períodos de entressafra (TAVARESDIAS, 2011), predominando a criação de peixes como o tambaqui e o pirarucu (MEANTE; DÓRIA, 2017). Rondônia ocupa a 2ª posição na produção de pescado e a 1ª na produção de pirarucu a nível nacional (IBGE, 2018).

Decorrente à sua distribuição geográfica o pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) é considerado um peixe de clima equatorial, que tolera amplitude térmica de 24°C a 31°C. É na foz do rio Amazonas e áreas da Amazônia Ocidental, é encontrado preferencialmente nas regiões de lagos das Bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins, mas também pode ser localizado nos rios em áreas de baixa correnteza (SENE; MOREIRA, 1998; ARANTES *et al.,* 2011).

A espécie é dotada de dois aparelhos respiratórios; utiliza-se das brânquias para a respiração aquática e da bexiga natatória, modificada especializada para funcionar como pulmão, para a respiração aérea (ARANTES *et al.,* 2011). O pirarucu tem o ar atmosférico como a principal fonte para obtenção de 85 % do oxigênio para sua respiração, 20 a 30 % desta advém do oxigênio dissolvido na água, além de depender das brânquias para realizar a excreção em água de 85 % do gás carbônico (GOMES, 2007). Esse mecanismo respiratório faz com que a espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido em água (BRAUNER; VAL, 1996; CAVERO *et al.,* 2004), além de altas concentrações de amônia (CAVERO *et al.,* 2004).

Contudo, apesar das características adaptativas particulares que favorecem seu cultivo em viveiros escavados e sob altas densidades de estocagem, a obtenção do máximo potencial zootécnico vem sendo prejudicada principalmente pela influência da qualidade de água (MACIEL *et al.,* 2013; MACHADO, 2018). A integridade das brânquias e/ou a qualidade limnológica resultam na insuficiência das brânquias para processar o oxigênio presente na água (IMBIRIBA, 2001).

Concordando com Lopes *et al.,* (2019) é de fundamental importância conhecer as características e impacto da qualidade da água em cada fase de cultivo do pirarucu. Pelo fato das dietas de espécies carnívoras serem muito ricas em nutrientes, especialmente proteína, cálcio e fósforo, além da presença de ácidos graxos oriundos

dos ingredientes de origem animal, o que pode impactar diretamente os parâmetros de qualidade da água.

Em função da composição da dieta e da densidade de estocagem variar conforme a fase de cultivo faz-se necessário conhecer o impacto na qualidade da água de cultivo. O objetivo com esse trabalho foi caracterizar a qualidade da água em um ciclo de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa em Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus de Presidente Médici. O Centro de Pesquisa supracitado localiza-se próximo a área urbana da cidade de Presidente Médici-RO (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Centro de Pesquisa em Piscicultura Carlos Eduardo Matiazze, Presidente Médici-RO.

Fonte: Acervo dos autores.

2.2 FASES DO CICLO DE CULTIVO

As fases do ciclo de cultivo do pirarucu foram acompanhadas desde a alevinagem, onde os pirarucus foram estocados em tanques-rede de 1640 m^3, estocados 90 alevinos de peso médio inicial de 50 g. Os alevinos foram distribuídos

em 15 tanques-rede de 1 m³ em diferentes densidades (peixes/m³), alimentados com ração extrusada contendo 40 % de proteína bruta a taxa de arraçoamento de 8 % do peso vivo, fornecida quatro vezes ao dia 07h, 10h,13h e16h.

A qualidade da água da fase de crescimento e engorda foi monitorada em um viveiro escavado com profundidade média de 1,5m e um volume total de 931 m^3, compartimentado em 16 hapas de aproximadamente 50 m², construídas de tela galvanizada revestida de PVC específica para água em malha 2 x 2cm, de modo a facilitar a circulação da água.

O viveiro dotado de renovação de água, tinha a vazão aproximada de 5 litros/s, foi precedido de limpeza e manejo sanitário, aplicação de cal virgem e NPK 20-05-20, de acordo com as orientações técnicas, visto que o viveiro nunca ter sido utilizado em cultivo intensivo.

Foram alocados 60 pirarucus, sendo 4 peixes/hapa, submetidos a avaliação de diferentes níveis de proteína bruta (PB) de rações comerciais, fornecidas três vezes ao dia, sendo a taxa de arraçoamento de 8 % e 6 % do peso corporal até os peixes atingirem peso médio de 4 kg (fase de crescimento), de modo que a média de proteína e energia bruta aportadas para os peixes foi de 40 % e 4300 kcal/kg, respectivamente.

Foram distribuídos comedouros flutuantes de 1,5 m^2 para cada hapa. Por conseguinte, para a fase de engorda reduziram-se os níveis de proteína e energia das dietas aportando-se ao sistema aquático uma média de 32 % de PB e 4000 kcal/kg de PB em energia digestível.

Utilizou-se para essa fase uma taxa de arraçoamento de 5 e 3 % do peso corporal, sendo a ração fornecida duas vezes ao dia. O manejo nutricional adotado foi com base num apanhado médio das recomendações de empresas comerciais e o utilizado no mercado pelos piscicultores.

2.3 ANÁLISES DOS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS

A aferição da T (°C), pH, condutividade (µS/cm e do OD (mg/L) foram realizadas no momento da coleta com o uso de sonda multiparamétrica. E a medida de transparência (cm) foi realizado com o disco de secchi, seguindo as recomendações de Lopes et al. (2019). Os resultados obtidos foram comparados com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) e nº

430/2011 (BRASIL, 2011), verificando os dados obtidos conforme sua classe de enquadramento de uso (piscicultura). Para a análise e elaboração dos gráficos foi utilizado o *software* GRAPHPAD PRISM 5, assim foi possível facilitar a retratação e a interpretação dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O manejo utilizado no sistema de cultivo do pirarucu em cativeiro variou em função da fase de crescimento ou idade, o que influenciou diretamente na qualidade da água dos viveiros. Dentre as variações ocorridas durante o ciclo de cultivo do pirarucu, observou-se que o manejo alimentar influenciou significativamente na qualidade da água (Figura 2).

As variáveis limnológicas variaram consideravelmente durante o cultivo do pirarucu, com exceção aos valores de pH que mantiveram-se estáveis, entre 7,6 a 8,4 nas fases de cultivo (Figura 2). O potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro importante nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de fenômenos químicos e biológicos, além de possuir efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes (MEDEIROS, 2014). Valores de pH de 6,5 a 9,0 são mais adequados a produção de peixes (FARIA, 2013). Valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos peixes (FARIA, 2013).

Os valores do pH podem oscilar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO_2) na água. No entanto, o CO_2 mesmo em altas concentrações, não é capaz de abaixar o pH da água para valores menores que 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 resultam da presença de ácidos minerais como os ácidos sulfúrico (H_2SO_4), clorídrico (HCl) e nítrico (HNO_3) (FARIA, 2013).

Figura 2 - Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido (OD) durante o ciclo de cultivo.

Fonte: Os autores.

A acidez no meio aquático é causada principalmente pela presença de CO_2, ácidos minerais e sais hidrolisados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquático estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. O pH influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies. Para que se conserve a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6 e 9 (ESTEVES, 2011).

Durante o experimento os valores de oxigênio dissolvido (OD) variaram de 1,5 a 9,4 mg/L conforme se aumentava o peso dos animais no viveiro (Figura 3). A liberação de oxigênio na água se dá por movimentação mecânica, ou mediante processo fotossintético pelo fitoplâncton, que é a principal fonte de obtenção do oxigênio em um sistema de cultivo de peixes (MACHADO, 2018; LOPES *et al.,* 2019).

A escassez de OD na água é um efeito estressor ao animal que favorece a falta de O_2 no sangue (via fermentativa), produzindo lactato (+ 2 ATP), além do excesso do gás carbônico (CO_2) e sua afinidade pelo O_2 da hemoglobina (no sangue), potencializa a condição anóxica e produção de lactato no organismo, podendo levar à morte por asfixia (GOMES, 2007). Sendo assim, a concentração de gás carbônico na água é um parâmetro importante, considerando que em águas com elevadas concentrações desse gás, o pirarucu apresentará maior dificuldade em retirar o gás carbônico do sangue (SEBRAE, 2013).

Os valores baixos do OD podem estar relacionados com os animais que tem como costume revirar os sedimentos, a biometrias e as sobras de rações que

aconteceram após a redução do nível de proteína das rações de 40 % para 36 %, influenciado no consumo dos peixes. Esse excesso de matéria orgânica na água ocasionou o aparecimento de florações de algas que, em grandes quantidades, contribuem para que o oxigênio produzido não seja suficiente para a manutenção dos organismos presentes, uma vez que parte desse oxigênio e absorvido pelas próprias algas.

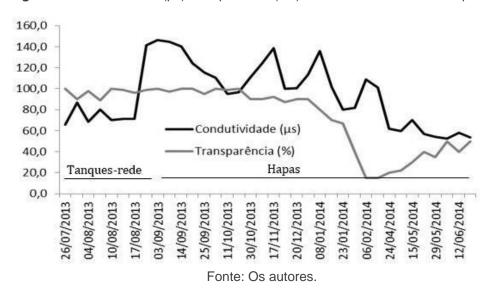



Figura 3 - Condutividade (µs) transparência (cm) nos 310 dias de cultivo do pirarucu.

Fonte: Os autores.

A concentração do oxigênio dissolvido (OD) é o parâmetro mais importante para a piscicultura, sendo medido por meio de aparelhos eletrônicos (exemplo sonda mutiparametros) ou de kits de análise. O oxigênio na água e na atmosfera existem nas proporções suficientes para organismos aquáticos e/ou aéreos e terrestres, são provenientes dos corpos de água (fitoplâncton e macrófitas aquáticas), os processos fotossintetizantes ocorrem durante a presença de luz, e na sua ausência, inicia-se pelo processo de quimiossíntese, onde ocorre o consumo do OD pelas microalgas ou outros produtores primários (ESTEVES, 2011).

A solubilidade do OD na água é afetada pela temperatura, salinidade e pressão atmosférica (ESTEVES, 2011). Sabe-se que quanto maior a temperatura e a salinidade, menor a concentração de OD à noite, quando as microalgas cessam a produção de oxigênio, devido à interrupção do processo de fotossíntese.

A partir do início da manhã, os valores de OD aumentam e as maiores taxas ocorrem no período da tarde, como resultado da retomada do processo de fotossíntese pelo fitoplâncton. A concentração de OD para a criação de peixes

tropicais não deve ser inferior a 5mg/L de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

A condutividade elétrica (CE) e a transparência da água mantiveram-se estáveis (Figura 4) para fase de cultivo dos alevinos em tanques-rede, dado pela qualidade da água do viveiro e baixo impacto do cultivo (manejo em geral) na água. Posteriormente, no crescimento dos juvenis de pirarucu em hapas, houve uma grande oscilação da condutividade da água em função da aplicação de NaCl para controle de ectoparasitos como as trichodinas. A redução na transparência da água está relacionada à eutrofização (manejo alimentar) potencializado pelo estresse causado pelo manejo da biometria.

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica, ou seja, a capacidade de condução desta corrente se dá em função dos íons presentes na água, no entanto é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica, exceto em águas muito puras onde ocorre o processo inverso (ESTEVES, 2011).

Na composição iônica em geral os principais cátions constituintes são o cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^{+}), potássio (K^{+}), ferro (Fe^{3+}), e o manganês (Mn^{2+}) e os principais ânions são o cloreto (Cl^{-}), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^{-}). Vários fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d’água, como: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do lago e regime de chuvas, como também o tipo de influência antrópica à qual estes corpos d’água estão submetidos (ESTEVES, 2011).

Essa também fornece informações importantes sobre o metabolismo do tanque de cultivo, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema, contribui também para a avaliação da disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, de modo que valores altos indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indicam acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos). Em viveiros de piscicultura, valores ao redor de 70 µS/cm são adequados para a manutenção e produção de peixes (ARAÚJO, 2012)

O monitoramento da transparência da água do viveiro é importante, principalmente quando não se dispõe de medidores de oxigênio e nem de sistemas de aeração para eventuais emergências, porque permite acompanhar a concentração da população planctônica (fitoplâncton e zooplâncton). Assim, o piscicultor pode prever e evitar possíveis quedas na concentração de oxigênio dissolvido na água,

principalmente no período noturno, quando o fitoplâncton cessa o processo de fotossíntese e consequentemente a produção de oxigênio (FARIA, 2013).

Viveiros ou açudes rasos, com menos de dois metros de profundidade, contribuem para a turbidez da água (água barrenta ou excessivamente verde), de maneira que os peixes reduzem ou até mesmo cessam o consumo de alimento e, consequentemente, o crescimento. Portanto, um dos pontos críticos a ser observado com atenção é que a infraestrutura deve permitir a manutenção da qualidade da água em condições favoráveis, sobretudo do ponto de vista da sua transparência (SEBRAE, 2013).

Durante o período de estudos os valores variaram de 53,6 a 146,2 µS/cm, estando em alguns momentos acima da média ideal para cultivo, indicando que havia níveis altos de nutrientes no meio aquático, valores que podem ser provocados pelo ataque de parasitos trichodina e monogênea, provocando sobras de rações a água.

Durante o período de estudo a temperatura média da água variou de 24,8°C a 31,6°C (Figura 6), apresentando variações abaixo e acima da média ideal para peixes tropicais que está entre 25°C e 30°C. No entanto variação da temperatura no decorrer do cultivo está em consonância com Oliveira (2011) e SEBRAE (2013), não sendo significativa para influenciar negativamente os animais.

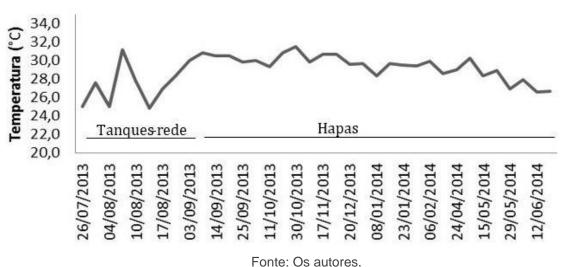



Figura 4 - Valores médios mensais da temperatura da água durante o ciclo de cultivo.

Fonte: Os autores.

Valores de temperatura da água muito elevados podem acarretar dificuldades nos processos digestórios relacionados à incapacidade de absorver nutrientes, diminuindo assim a taxa de crescimento dos peixes ou possibilitando a mortalidade. O aumento da temperatura da água também ocasiona a diminuição da concentração

de OD, o que dificulta o processo de respiração dos peixes (LOPES *et al.,* 2019). Em contrapartida, baixas temperaturas podem provocar redução das atividades metabólicas, diminuição da imunidade, facilitando o aparecimento de doenças e, em casos extremos pode ser letal (FARIA, 2013).

As atividades fisiológicas dos peixes; respiração, digestão, reprodução, alimentação e migração, estão intimamente ligadas à temperatura da água; os peixes ajustam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura da água. Oscilações mais bruscas ocorreram no início do ciclo do cultivo, fato atípico para a época devido a chuvas torrenciais. Segundo Oliveira *et al.,* (2012), em temperaturas mais altas os animais apresentam comportamento voraz ao se alimentar. As espécies tropicais apresentam sua faixa térmica para crescimento e reprodução entre 20 a 28ºC, além de uma maior eficiência na absorção de ração.

No experimento conjunto da FAO (1999) em Caracas na Venezuela, a temperatura variou entre 25,7 a 34,8 unidade; oxigênio dissolvido 4,5 a 10,6 unidades, o mesmo autor recomenda que o ótimo para o oxigênio seja de 8,0 mg/L, e o pH para o cultivo entre 6,5 a 9. Ressalta que valores entre 4 e 6 reduzem o crescimento do animal, e os menores que 4 e acima de 11 são letais para o Pirarucu.

Os peixes não apresentam a capacidade de manter a temperatura corporal constante, por isso a temperatura da água é uma das variáveis mais relevantes na piscicultura, exercendo influência direta nos processos fisiológicos, como a taxa de respiração, assimilação do alimento, crescimento, reprodução e comportamento (FARIA, 2013). O pirarucu apresenta um melhor crescimento em ambientes com temperatura em torno de 28° C a 30° C (SEBRAE. 2010). Quando a água apresenta temperaturas abaixo de 26°C e acima de 32° C, os peixes tendem a consumir pouca ração (SEBRAE. 2010). Trabalhos realizados em unidades experimentais mostraram que peixes que vinham durante meses sendo cultivados em águas com elevada temperatura, cerca de 30° C, apresentaram drástica redução no consumo de ração, tanto em viveiros como nos tanques-rede, quando houve repentina queda de temperatura para 26° C (SEBRAE, 2013).

Juvenis de pirarucu acondicionados em ambientes com temperaturas estáveis (25° C a 26° C) permaneceram demonstrando melhor resposta à alimentação, em relação a ambientes com maior variação de temperatura. Desde que não ocorram grandes variações, podendo ocorrer mortalidade quando expostos por longos períodos a temperaturas abaixo de 20° C (SEBRAE, 2013)

Os parâmetros limnológicos condutividade, oxigênio dissolvido e principalmente a transparência da água, apresentaram reduções nos valores a partir do início do período chuvoso. Neste período ocorreu eutrofização da água dos viveiros (Figura 5), em função do manejo alimentar adotado, fato este que influenciou diretamente no consumo e, consequentemente, no ganho de peso dos animais. A evolução do cenário foi à redução no consumo alimentar e maior quantidade de resíduos de ração no viveiro, contribuíram ainda mais para a eutrofização.

Figura 5 - Aporte de ferro no viveiro e início da eutrofização da água.

Fonte: Acervo dos autores.

A redução no consumo e sobra de ração resultam em aporte de nutrientes e óleos e graxas na água, contribuindo no desenvolvimento de algas e formação da "nata de gordura" na lâmina d´água (Figura 6). O aumento da matéria orgânica e sedimentos em suspenção provocaram reduções na concentração de oxigênio dissolvido na água, sobretudo, no período noturno, quando o fitoplâncton para de produzir oxigênio (FURNUS *et al.,* 2014). As algas consomem o oxigênio no período noturno pelo processo de quimiossíntese, o *bloom* de algas ocasiona a redução da penetração dos raios de luz e consequentemente a redução do OD nas camadas mais profundas da coluna d`água dos viveiros (LOPES *et al.,* 2019).

Figura 6 - Características da eutrofização e desenvolvimento da produção primária.

Fonte: Acervo dos autores.

O zooplâncton é formado por diminutos organismos que se alimentam do fitoplâncton e são importantíssimos para a nutrição dos peixes nos diferentes estágios de desenvolvimento, desde larvas a adultos, o que faz dele um alimento primordial para ambas as espécies *(*FARIA*,* 2013).

O pirarucu no estágio inicial de vida, segundo (ONO, 2004), não diferente da maioria dos peixes, em sua fase pós-larval depende de zooplâncton até mesmo numa fase juvenil mais adiantada, momento em que os peixes já demonstram preferência pelo consumo de pequenos crustáceos e peixes de menor porte. É comum observar cardumes com juvenis de 10 a 15 cm ainda nadando proximamente à superfície capturando os zooplâncton nos viveiros de cultivo.

Contudo, o excesso de algas pode causar impedimento na entrada de luz e trocas de oxigênio com a superfície; resultando em *blooms* de algas que podem em algumas situações concorrerem para o declínio do oxigênio do meio (FURNUS *et al.,* 2014). Com isso a elevada massa de algas produzida poderá tornar a água um ambiente de baixa transparência, em profundidades menores que 30 cm, dificultando a penetração de luz. E assim, a baixa incidência de luminosidade colabora para a diminuição da produção de o_2 e o aumento do consumo desse gás pelas algas, em consequência da ausência de iluminação solar no meio, além da morte de algas (LOPES *et al.,* 2019).

A decomposição do material orgânico presente se dá com consumo de O_2 por organismos aeróbios, o que possibilitará uma maior depleção do oxigênio do meio. E essa falta de oxigenação na água pode comprometer o desenvolvimento dos peixes

impedindo-os de se alimentar, causando estresse, deixando o animal mais vulnerável a doenças e até mesmo levando-o a morte (GALVÃO *et al.,* 2014).

A produção primária em um viveiro é importante e está diretamente ligada às características da qualidade da água que o abastece, pois mesmo que sejam raros os corpos d'água que sejam impedidos de serem aproveitados para o uso na aquicultura, a carga de tais contaminantes presentes em seu meio pode provocar o desenvolvimento dos peixes ou de qualquer que seja o organismo que ali está sendo cultivado, tornando-os mais susceptíveis ao estresse e a doenças (TAVARES-DIAS *et al.,* 2011).

É por esses motivos que os microrganismos têm papéis importantes na cultura no meio aquático, particularmente no que diz respeito à produtividade, ciclagem de nutrientes, a nutrição dos animais cultivados, qualidade da água, controle de doenças e do impacto ambiental dos efluentes (FURNUS *et al.,* 2014).

De acordo com Moriarty (1997), existem várias razões para essa necessidade, a concentração de oxigênio dissolvido na água é controlada pela presença de bactérias e algas, as bactérias podem se tornar alimento direto para as espécies cultivadas, ou até mesmo para os pequenos animais que poderão alimentar as espécies depois cultivadas; as bactérias também são grandes decompositores da material orgânico que possa estar presente na água, oferecendo nitrogênio (N) e fósforo(P) para estimular a produção primária. Os processos microbianos, anaeróbios e aeróbios podem influenciar em outros fatores que envolvem a qualidade da água, tais como pH e concentrações de amônia, que em grandes concentrações é altamente tóxica para os peixes (LOPES *et al.,* 2019).

Os resultados da análise de água foram comparados a Resolução 357 do Conama (2005) dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água (Tabela 1). O teor de óleos e graxas estipulado nas resoluções 357/Conama/2005 não estão em consonância com os encontrados. Correlaciona-se tal resultado com a qualidade da água da lagoa de abastecimento, uma vez que esta sofre influência da lixiviação de esgoto urbano do bairro Lino Alves Teixeira/Presidente Médici, e o tempo de residência da água na referida lagoa de abastecimento não seja o suficiente para sofrer a decomposição de origem microbiana necessária para diminuir as propriedades surfactantes das substâncias lixiviadas (tais como óleos e graxas), isto é, diminuem a tensão superficial e possuem alta capacidade emulsificante.

São denominados biossurfactantes e consistem em subprodutos metabólicos de bactérias, fungos e leveduras; atuam em lipopeptídios, lipoproteínas, ácidos graxos, lipídios neutros e fosfolipídios (NITSCHKE, PASTORE, 2005). A resolução 357/Conama/2005 estabelece pH entre 6,0 a 9,0; OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L; regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média, óleos vegetais e gorduras animais em até 50 mg/L.

O aumento da matéria orgânica favorece o processo de eutrofização artificial além de aumentar consumo de oxigênio em sua decomposição, bem como, causa interferência direta na transparência e na turbidez da água.

Tabela 1 - Análises laboratoriais, parâmetros de referências da Resoluções 357/CONAMA/2005, para corpos d`água lênticos.

Variáveis	Viveiro			Legislação
	Entrada	Saída	Conama 430/11	Conama 357/05
Ferro total (mg/L)	2,59	1,02	15,0	0,30
Fósforo total (mg/L)	0,06	0,31	-	0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,15	0,02	20,0	3,7
Óleos e graxas	172,0	200,0	100,0	20[1]/50[2]
Sólidos totais (mg/L)	19,11	25,63	-	500,0

[1]óleos minerais; [2]óleos vegetais e gorduras animais.
Fonte: Os autores.

Para o melhor desenvolvimento do pirarucu, é importante que se transparência de água maior que 60 cm, sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento, quando os animais estão sendo condicionados a se alimentar observando o alimentador.

Para poder melhorar essas situações, deve-se atentar a medidas como a escolha de locais com solo menos propício à ocorrência de turbidez mineral, viveiros e açudes com uma profundidade maior e renovação parcial de água para conter-se a eutrofização contribui para reduzir a turbidez da água (SEBRAE, 2013).

As análises de qualidade da água realizadas dentro dos tanques-rede demonstraram que houve diferenças em relação a água do viveiro (Tabela 1). Pode-se inferir que o baixo desempenho esteja relacionado ainda a densidade de estocagem nos tanques-rede e qualidade dos alevinos más não o teve em relação a qualidade da água.

No entanto, no período de cultivo em hapas, fases de crescimento e engorda, a qualidade da água foi alterada pela época do ano, quando adentrou ao período seco de baixa precipitação pluviométrica, somando a altas taxas de fornecimento de ração para fases de menor consumo e eficiência de conversão alimentar; isto culminou na eutrofização da água e consequentemente redução do consumo pelos animais favorecendo a sobras de alimento na água do viveiro, devido a esse excesso de matéria orgânica presente, ocorreram florações de algas causando a eutrofização do meio de cultivo (MACIEL *et al.,* 2013).

Observou-se que o ganho de peso até os 100 dias ou 4,2 kg de peso corporal foi elevado e que a eutrofização causou redução nos ganhos de peso posteriores, dados pela fase de crescimento e engorda, conforme avaliado por LOPES (2015).

4. CONCLUSÕES

A qualidade da água sofreu influência direta da fase de cultivo do pirarucu em todos os ciclos de cultivo devido ao manejo adotado no viveiro. Foram encontrados valores adequados para oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram obtidos quando houve menor biomassa no viveiro e na fase de crescimento até 4,5 kg de peso do pirarucu.

Sugere-se novos estudos sobre teores de ferro, mercúrio e oxigênio dissolvido para a determinação do grau de poluição e de autodepuração dos viveiros do Centro de Pesquisa em Piscicultura da Universidade Federal de Rondônia em defluência das fases de cultivo do pirarucu.

REFERÊNCIAS

ARANTES, C.C.; CASTELLO, L.; CETRA, M.; SCHILLING, A. Environmental influences on the distribution of *Arapaima gigas* in amazon floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, p.1-11, 2011.

ARAÚJO, C. B. **Cuidados na qualidade da água para produção de Tambaqui no estado do Amapá.** Macapá: Embrapa, 2012. 42p.

BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, v. 226, p.101-112, 2003.

BRAUNER, C. J.; VAL, A. L. The interaction between O_2 and CO_2 exchange in the obligate ai breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996. cap. 9, p.101-110.

CAVERO. B. A. S.; PEREIRA FILHO, M.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.39, n.5, p.513-516, 2004.

ESTEVES, F. A**. Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro:
Interciência**,** 2011.

FARIA. R. H. S. et al. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Codevasf, Brasília, 2013.

FURNUS, G. N. A.; GAFFETTI, J. D.; GARCÍA, E. M.; BENÍTEZ, M. F.; PASTORI, M. C.; FENOCCHIO, A. S. Baseline micronuclei and nuclear abnormalities frequencies innative fishes from the Paraná River (Argentina). **Brazilian Journal Biology**, v.74, n.1, 217-221, 2014.

GALVÃO, J. A.; OETTERER, M.; MATTHIENSEN, A. A sustentabilidade na produção de pescado: qualidade de água. In: GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. P.97118.

GOMES, L.C. Physiological responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) to acute handling stress. **Acta Amazonica,** v,37, n.4, p.629-634, 2007.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. **Produção Nacional de Pescado.** 2018. Disponível em: < ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_de_Peixes_Nacional/2016/p pm201 6.pdf> Acesso em: jul. 2018.

IMBIRIBA, E.P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*,em cativeiro. **Acta Amazonica**, v.31, p.299-316, 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. São Paulo, 2003.

LOPES, Y. V. A.; MEDRADES, E. R.; DANTAS FILHO, J. V. Variação limnológica e sazonal dos corpos de água do Centro de Piscicultura Carlos Eduardo Matiazze. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.11, n.2, 2019.

MACHADO, L.L. **Dinâmica nictimeral dos parâmetros limnológicos com e sem macrófitas aquáticas no cultivo de Pirarucu**. 2018. 36f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici-RO, 2018.

MACIEL, E. C. S.; OLIVEIRA, C. O. F.; CORREA NETO, C. R.; MACEDO, F. F.; MATTIOLI, W. O.; ABIMORAD, E. G.; ABREU, J. S. Performance and physiological parameters of juvenile pacu reared in cages at different stocking densities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, 2013.

MEANTE, R.E.X.; DÓRIA, C.R.C. Caracterização da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia: desenvolvimento e fatores limitantes. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.9, n.4, p.164-181, 2017.

MEDEIROS, I.D. **Desempenho zootécnico e hematológico do tambaqui (*Colossoma macropomum,* (CUVIER, 1818) submetido ou não à aeração mecânica contínua.** 2014.42f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO, 2014.

MOLINARI, D. **A produção de Pirarucu no Brasil - Uma Visão Geral**. 9.ed,. 2012.

MORIARTY, D.J.W**. The role of microorganisms in aquaculture ponds.**
Australia, 1997.

ONO, E. A., HALVERSON, M. R., KUBITZA, F. Pirarucu, o gigante esquecido. **Revista Panorama da Aquicultura**. v.14, n 81, p. 14 - 25, 2004.

ONO, E. KEHDI, J. **Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em Cativeiro.** SEBRAE, Brasília, 2013.

SILVA, A. M.; DUNCAN, W. L. P. Aspectos biológicos, ecologia e fisiologia do pirarucu (*Arapaima gigas*): uma revisão de literatura. **Scientia Amazonica**, v.5, n.3, p.31-46, 2016.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Arapaima: Endangered species can be saved through culture. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 9, n. 53, p. 13-21, 1999.

CAPÍTULO 04

INOVAÇÕES NOS ASPECTOS PRODUTIVOS DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*) CULTIVADO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Diego Jovani Soares Barbosa
Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR
E-mail: engdiegopesca@gmail.com

Jerônimo Vieira Dantas Filho
Doutor em Ciência Animal e Graduado em Engenharia de Pesca
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Jucilene Cavali
Doutora em Zootecnia e Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
E-mail: jcavali@unir.br

RESUMO: Objetivo desse trabalho é relatar pesquisas que abordem sobre as inovações na criação de *Arapaima gigas* na Amazônia. Apesar de seu cultivo ainda ser incipiente, a região Norte do Brasil é detentora da maior produção de pirarucu do mundo, sendo expressivamente maior no estado de Rondônia. O cultivo de pirarucu é promissor, entretanto, ainda não há estudos suficientes sobre à biologia, ecologia, exigência nutricional, reprodução e sanidade do pirarucu. Algumas pesquisas vêm sendo realizados no Brasil e no mundo a fim de obter maiores informações que propiciem o desenvolvimento da criação. No Brasil, as pesquisas se concentram na Amazônia, local onde há fluxo de mercado de produtos do pirarucu. O principal problema no cultivo do pirarucu é a reprodução, porque o pirarucu prefere reproduzir naturalmente, diferente de outras espécies de peixes que foram bastante estudadas e o mercado do peixe possui pacotes tecnológicos para a reprodução artificial. Sugere-se a realização de mais pesquisas científicas envolvendo a espécie *Arapaima gigas*, para fornecer subsídios aos produtores de pirarucu, e também, aos profissionais que desejam ingressar na atividade de piscicultura, porque a criação do pirarucu mostra-se economicamente e sócio-ambientalmente promissora na Amazônia brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo do pirarucu; Piscicultura; Região amazônica.

1. INTRODUÇÃO

A demanda mundial por pescado vem crescendo significativamente nas últimas décadas, principalmente em função do crescimento populacional e da busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Neste contexto, a aquicultura desponta como a alternativa mais viável para continuar aumentando a oferta nos próximos anos, visto que a pesca se encontra com a produção estabilizada desde a década de 1990 (FAO, 2018).

O setor de pesca e aquicultura desempenha um papel importante na segurança alimentar do Brasil, fornecendo uma fonte importante de proteínas e uma subsistência para milhões de famílias rurais. Estima-se que cerca de quatro milhões de pessoas estejam diretas ou indiretamente envolvidas nesse setor (FAO, 2018).

O Brasil apresenta grande potencial para produção de pescado, sendo o segundo maior produtor no continente americano, após o Chile, com expectativa de crescimento estimada de 52 % até 2024 (FAO, 2018). Dentre as espécies de peixes nativos utilizadas para cultivo, pode-se destacar os peixes redondos, pacu, pirapitinga, tambaqui e seus híbridos que pertencem aos gêneros *Colossoma* e *Piaractus.* São espécies que possuem boa aceitação no mercado devido às características sensoriais da carne e pela rusticidade em sistema intensivo, porém, o pirarucu (*Arapaima gigas*) vem ganhando destaque na piscicultura na região amazônica.

Dentre os países com maior potencial para a aquicultura, o Brasil tem papel de destaque, em especial por sua disponibilidade hídrica, clima favorável e ocorrência natural de espécies aquáticas que compatibilizam interesse zootécnico e mercadológico (BRASIL, 2013a). Contudo, a produção aquícola nacional ainda apresenta números incipientes se comparada a dos maiores produtores mundiais, como a China, a Índia, o Vietnã e a Indonésia (FAO, 2018).

Pertencente à família Osteoglossidae (LI *et al*., 2018), é provavelmente a espécie mais promissora para o desenvolvimento da criação de peixes em regime intensivo na região Amazônica. Possui alta velocidade de crescimento, podendo alcançar até 10 kg no primeiro ano de criação (Luxinger *et al.,* 2018), grande rusticidade ao manuseio e respiração aérea (KALANZA *et al*., 2018), condição que pode facilitar sua criação em tanques-rede de pequeno volume, além de não manifestar canibalismo quando confinado em altas densidades (CAVERO, 2012) e de

ser facilmente treinado para aceitar alimentação com ração extrusada (CRESCENCIO, 2011).

O objetivo principal deste trabalho e relatar sobre pesquisas nacionais e internacionais inovadoras em tecnologias para o cultivo do pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822).

2. BIOLOGIA E ASPECTOS DO CULTIVO DO PIRARUCU

2.1 A ESPÉCIE ESTUDADA

O pirarucu (Figura 1) é cientificamente nominado de *Arapaima gigas* (SCHINZ,1822), pertencente à família Arapaimidae e ordem Osteoglossiformes, cuja a origem data do período Jurássico (LI *et al.,* 2018). É a maior espécie de peixe de escama do mundo podendo pesar até 200 kg e ter 3 metros de comprimento (ARANTES *et al.,* 2013; LI *et al.,* 2018). O nome é de origem tupi (*pira*=peixe e *urucu*=vermelho) atribuído à intensa coloração dominante na orla posterior das escamas em algumas regiões do corpo cuja intensidade e o número variam de acordo com o sexo e o período de reprodução (LUXINGER *et al.,* 2018).

Figura - Exemplar de *Arapaima gigas.*

Fonte: Machado, 2018.

Os pirarucus são animais habitantes das regiões tropicais de água doce na América do Sul, sendo encontrados no Peru, Bolívia, Guiana e Brasil, preferencialmente, nas bacias hidrográficas do rio Amazonas e Tocantins Araguaia (SILVA; DUNCAN, 2016). Não há registros na bacia do Orinoco, sendo encontrado apenas na parte inferior do rio Amazonas e afluentes, também nas vastas áreas de várzea e igapós ligadas a eles (MACHADO, 2018). Ainda assim, são pouco conhecidos os limites de ocorrência desta espécie nos cursos superiores do rio Amazonas e de seus afluentes. Dentre os países onde são encontrados o A. gigas, destacam-se: Brasil, Colômbia, Guiana, Peru, sendo questionável no Equador, onde

ocorrem como espécies nativas. Sua distribuição é referenciada para a América do Sul, principalmente, na Bacia Amazônica e rios da Guiana (SOARES; NORONHA, 2007).

O seu habitat são terras baixas constantemente alagadas, denominadas de várzeas, as quais são constantemente influenciadas pelo ciclo hidrológico regional (KUBITZA, 2012). Estes peixes possuem estratégias adaptativas para variações do nível d'água e vivem principalmente em águas brancas de rios, lagos, paranás e igarapés (KUBITZA, 2012). O principal fator físico da migração lateral desta espécie é a velocidade da correnteza e o tamanho do corpo d'água em que habita, no entato, a sua abundância está relacionada ao tamanho do lago e seus canais conectantes (ARANTES *et al*., 2013).

O pirarucu adulto tem um corpo cilíndrico e comprido sendo gradualmente achatado na nadadeira dorsal até a caudal. A cabeça é achatada na região dos olhos e possui uma relação de 10 % com o corpo (comprimento total). Existem 58 placas ósseas de diferentes tamanhos distribuídas na superfície da cabeça, cada destas tem 6 a 8 poros em suas extremidades (SILVA *et al*., 2016). Conforme Silva e Duncan (2016), a boca é superior, grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior. Sua língua é óssea, e na boca podem ser observadas duas placas ósseas laterais e uma palatina, as quais funcionam como verdadeiros dentes, que comprimem a presa, matando-a antes da deglutição. A nadadeira anal começa próximo a duas fileiras de escamas atrás da origem da dorsal, e a caudal é arredondada. As nadadeiras abdominais e ventral são menores do que as demais (HILTON *et al*., 2007; BEZERRA *et al*., 2013; SILVA; DUNCAN, 2016).

Uma particularidade fisiológica observada no pirarucu é o hábito de subir na superfície da água, lentamente, e quando não perturbado, abrir a boca para captar certa quantidade de ar, realizando nesse momento a respiração suplementar ao lado da respiração branquial (BALDISSEROTTO, 2018). A respiração aérea do pirarucu apresenta um processo vital para a espécie que impedida de vir à superfície, acaba morrendo. Essa necessidade pode ser originaria da insuficiência das brânquias para processar a oxigenação. Por ocasião da respiração a aérea, os pirarucus tornam-se extremamente vulneráveis, aos pescadores, pois denunciam sua presença e dão oportunidade de serem abatidos (KALANZA *et al*., 2018).

Além da respiração branquial, o pirarucu utiliza-se da bexiga natatória muito vascularizada como órgão de respiração acessória (SILVA; DUNCAN, 2016;

LUXINGER *et al*., 2018). Este animal, quando adulto, tem a vantagem de retirar o oxigênio do ar atmosférico através de uma bexiga natatória bastante vascularizada subindo a superfície a cada 20 a 30 minutos para aspirar o ar, suportando viver fora da água por um determinado tempo desde que constantemente irrigado com água (CASTELLO, 2004).

2.2 CULTIVO DO PIRARUCU

No Brasil, a tendência é de que haja crescimento na produção de peixes. Segundo dados do IBGE, a produção aquícola brasileira cresceu 4,94 % em 2016, mais de 5 % em 2017 e 2018. Por ser uma atividade recente quando comparada às outras cadeias do agronegócio brasileiro e envolver os múltiplos usos dos recursos hídricos, a aquicultura tem como principal entrave o licenciamento ambiental para a implantação dos empreendimentos. Mesmo diante dessas dificuldades, a produção de espécies nativas cresce a cada ano, com expectativa para alavancar ainda mais.

Segundos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) a produção de pirarucu em cativeiro ultrapassou a margem de 8 mil por tonelada, sendo as duas regiões produtoras da espécie a região amazônica, com destaque para Região Norte na região de Ariquemes. O estado de Rondônia é o maior produtor tanto da Região Norte quanto do país, de pirarucu em cativeiro, onde está localizada a empresa A Mar e Terra que é responsável por esta produção (Figura 2). Em 2010, segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura, foram produzidas 10 toneladas desse peixe em cativeiro. Em 2013, este valor teve aumento significativo de 400 toneladas, sendo todas oriundas de reprodução controlada e certificada, portanto passíveis de exportação.

Este peixe carnívoro, que é uma das cinco espécies mais cultivadas e comercializadas na Amazônia, tem características propícias para cultivo, tais como: a alta taxa de crescimento (até 10 kg no primeiro ano), elevada rusticidade ao manuseio (CAVERO *et al*., 2013; SILVA; DUNCAN, 2016), adaptabilidade à alimentação artificial (CAVERO *et al*., 2013) e elevado aproveitamento da carcaça (51-57 %). O *A. gigas* é uma espécie de respiração aérea obrigatória, sendo que tal característica facilita sua criação (SILVA; DUNCAN, 2016) em elevadas densidades de estocagem, bem como em baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água.

Outro grande entrave à produção do pirarucu em cativeiro é a sua reprodução, pois ainda não existe uma tecnologia de propagação artificial desta espécie. Ainda sem uma técnica para reprodução em laboratório, na empresa Mar e Terra a matriz de pirarucu é separada para acasalamento na propriedade. Os peixes produzem pouca quantidade de ovos e há baixa eficiência na transformação de larva para juvenil, quando é hora de treiná-lo para comer ração (MPA, 2011).

O pirarucu apresenta uma série de características positivas para a criação intensiva, dentre as principais: O rápido crescimento (cerca de 10 kg no primeiro ano de criação); a boa tolerância ao adensamento e às condições de cultivo intensivo em ambientes tropicais; a capacidade de realizar a respiração aérea nas fases mais avançadas do seu desenvolvimento, aproveitando o ar diretamente da atmosfera, não dependendo do oxigênio dissolvido na água; a fácil adaptação ao consumo de alimentos balanceados e rações comerciais; Carne clara, magra, tenra, de alta qualidade e livre de espinhas intramusculares; um alto rendimento de filé (acima de 45 %), superando o rendimento alcançado pela maioria dos peixes atualmente cultivados no país; elevada demanda e valor de mercado, com excelentes perspectivas para o mercado internacional (SEBRAE, 2013).

O consumo do pirarucu é um hábito tradicional da região amazônica que, nos últimos anos, tem-se expandido para outras regiões brasileiras. Apesar do aumento do consumo e de a atividade ser um traço cultural amazônico, antes do início do não havia pesquisas ou literatura a respeito da cadeia reprodutiva desse peixe. Cerca de 90 % do pirarucu consumido no Brasil são obtidos por meio da pesca predatória, o que representa um sério risco de extinção da espécie. As novas tecnologias são o único caminho para reversão desse quadro (SEBRAE, 2013).

3. METODOLOGIA

Buscou-se debater e argumentar informações fundamentadas na literatura internacional, sobre assuntos pertinentes aos aspectos da biologia da espécie e dados zootécnicos, ponderando o horizonte temporal científico dos últimos anos.

Foram utilizadas plataformas de buscas de informações, tais como, Scielo, portal da Embrapa e portal de periódicos da CAPES. Foram abordados nesse trabalho os temas mais carentes sobre a criação do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) na Amazônia, Anatomia, Fisiologia, Manejo, Nutrição, Sanidade e Indústria de

Processamento de Pescado. Em defluência do caráter discursivo do trabalho foi obedecida o modelo clássico de artigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as buscas realizadas, foram identificados seis temas importantes nos aspectos de cultivo do pirarucu, sendo elas: Anatomia, Fisiologia, Manejo, Nutrição, Sanidade, Genética, Hematologia, Morfometria, Limnologia, Pesca e Processamento. Dentro das áreas identificadas, houve destaque para as áreas de nutrição constando 12 trabalhos, seguida da área de sanidade com 11 trabalhos, conforme a tabela 1.

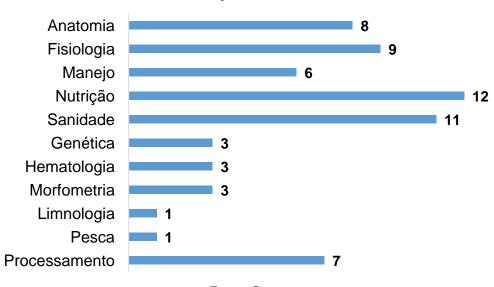



Tabela 1- Identificação dos temas de estudo.

Fonte: Os autores.

Vários artigos e outros trabalhos foram encontrados, porém, para o presente estudo foram utilizados somente os abrangentes aos anos de 2012 até 2018. Nesses trabalhos foram identificados os temas referentes que serão descritos nos próximos tópicos.

5. ANATOMIA, FISIOLOGIA E MANEJO

Com relação à anatomia foram encontrados oito trabalhos, sendo classificados em quatro temas conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Trabalhos de Anatomia.

Temas	Frequência Percentual
Transição térmica 2	25,00 %
Análise brânquias e veias respiratórias 2	25,00 %
Estudo de escamas 3	37,50 %
Trato digestivo 1	12,50 %

Fonte: Os autores.

O tema com mais trabalhos encontrados foi sobre escamas com três trabalhos sendo os autores: Torres *et al*., (2012), Yang *et al*., (2014) e Torres *et al*., (2015). Torres *et al*., (2012) avaliaram o efeito do teor da água nas transições térmicas das escamas por testes de calorímetro de varredura diferencial e verificaram que as amostras com maior teor de água foram mais termicamente estáveis do que as outras amostras. Yang *et al*., (2014) examinaram as funções das camadas das escamas, incluindo a tensão e penetração com e sem a cama externa e verificam que as escamas da espécie evoluíram para minimizar os danos causados pela penetração por dentes predadores. Torres *et al*., (2015) caracterizaram e estudaram o impacto e comportamento de fratura de escama em três condições ambientais e observaram que os diferentes mecanismos de falha foram identificados, analisados e comparados com os modos de falha que ocorrem no osso e que a energia de impacto obtida para as escamas de peixe foi duas a três vezes maior do que os valores relatados para o osso na literatura. Para a área de fisiologia, foram identificados cinco trabalhos, conforme é demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Trabalhos de Fisiologia.

Temas	Frequência	Percentual
Purificação de enzima	1	20 %
Estudo de proteína	3	60 %
Álcoois e sais biliares	1	20 %

Fonte: Os autores.

Houve destaque para o tema de estudo de proteína com três trabalhos abordados pelos seguintes autores: Mattos (2007), Torati *et al*., (2017) e LopesMarques *et al*., (2017). Torati *et al*., (2017) estudaram o proteoma e o peptidome da secreção cefálica usando eletroforese capilar acoplada à espectrometria de massa

e identificaram 2 hormônios (prolactina e estanocalcina) e 12 proteínas associadas a processos imunológicos (serotransferrina, homólogo de α-1antitripsina, apolipoproteína).

Lopes-Marques *et al.*, (2017) caracterizaram tanto molecular quanto funcionalmente um orthologue da dessaturase 2 (fads2) de *A. gigas* e comprovaram que a caracterização funcional de fads2 mostrou que, semelhante a outros teleósteos, as fads2 exibiram uma atividade Δ6 predominante, complementada com alguma capacidade de dessaturação Δ8. A área de manejo foi bem diversificada, porém, com números iguais de trabalhos encontrados (Tabela 4).

Tabela 4 - Trabalhos de Manejo.

Temas	Frequência	Percentual
Desempenho produtivo/econômico	1	16,66 %
Predação	1	16,66 %
Sobrevivência	1	16,66 %
Tolerância de *A. hydrophila*	1	16,66 %
Fertilização em viveiros	1	16,66 %
Densidade	1	16,66 %

Fonte: Os autores.

Oliveira *et al.,* (2012) investigaram o efeito da densidade de estocagem no desempenho do crescimento e retorno econômico do pirarucu em gaiolas. Os peixes foram armazenados em densidades de 10 ou 12,5 peixes por m³ em gaiolas de 4 m³ instaladas no reservatório de Sítios Novos (Ceará, Brasil), com três gaiolas para cada densidade. Os autores concluíram que a densidade afetou significativamente o peso médio final e o ganho de peso. A alta sobrevivência, o crescimento rápido e produção moderada demonstraram que as gaiolas são um método alternativo viável em viveiros para a produção comercial de pirarucu.

A fertilização dos viveiros favorece a produção de plâncton e consequentemente o maior desempenho dos juvenis de pirarucu na recria (Rocha *et al.,* 2018). Constataram também que apesar de hábito alimentar carnívoro, o pirarucu consome plâncton de maneira eficiente na recria e recomendaram a fertilização dos viveiros durante a recria da espécie.

6. NUTRIÇÃO

Também existe pouco conhecimento sobre as exigências nutricionais de peixes adultos ou sexualmente maduros, sendo essa realidade especialmente crítica para as nossas espécies nativas, como é o caso do pirarucu. Isso se deve principalmente ao fato de que pesquisas com nutrição de reprodutores demandam um grande número de peixes ativos sexualmente, bem como instalações adequadas e mão de obra qualificada para sua condução, tornando sua execução onerosa e complexa (RODRIGUES; GARGNIN-FERREIRA, 2017).

No caso do pirarucu, soma-se, ainda, a falta de domínio tecnológico sobre sua reprodução que dificulta ou praticamente inviabiliza a condução de trabalhos com nutrição de reprodutores da espécie. Sabe-se, porém, que a nutrição e alimentação influenciam diretamente a eficiência reprodutiva de peixes confinados, sendo determinantes para o sucesso da desova e qualidade do ovo e da larva (ROMAGOSA *et al*., 2012). Com relação à área de nutrição, vários temas foram observados, porém, o tema com maior destaque foi o referente ao requerimento proteico com cinco trabalhos encontrados (Tabela 5).

Tabela 5 - Trabalhos de Nutrição.

Temas	Frequência	Percentual
Requerimento proteico	5	41,66 %
Desempenho de crescimento	3	25,00 %
Ritmo diário de alimentação	1	8,33 %
Desempenho produtivo/econômico	2	16,66 %
Digestibilidade	1	8,33 %

Fonte: Os autores.

Castillo (2012) avaliando a digestibilidade da proteína, encontrou um melhor crescimento em juvenis de pirarucu com 68,75 g para 45,8 % de proteína bruta na dieta, o que correspondeu a aproximadamente 40,3 % de proteína digestível, conforme ensaio de digestibilidade realizado pela autora no mesmo trabalho Mattos *et al*., (2017) investigaram a capacidade do pirarucu para desencadear um sistema de auto-alimentação para regular a ingestão de proteínas entre duas dietas padrão que continham 39 % e 49 % de proteína bruta. Os autores concluíram que o pirarucu foi capaz de usar o sistema de autoalimentação e apresentou alimentação diariamente

rígida e ritmos locomotores e também usou os alimentadores para ajustar a ingestão de proteínas e para manter um padrão estável de 44 % de proteína bruta.

Magalhaes Junior (2017) estimaram o requerimento de proteína dietética para essa espécie verificaram que os valores de aumento de peso apresentaram uma tendência de aumento geral com o aumento do nível de proteína digestível até 36,7 %. As taxas de conversão alimentar também foram melhoradas com o aumento da DP na dieta até 36,4 %. As dietas alimentadas com peixe contendo 32 e 41 % apresentaram taxas de conversão favoráveis aos alimentos.

7. SANIDADE

Foram identificadas cinco áreas dentro do tema de sanidade, sendo eficácia antiparasitária e identificação de parasitas os temas com maior número de trabalhos observados (Tabela 6).

Tabela 6 - Trabalhos de Sanidade.

Temas	Frequência	Percentual
Ectoparasita	2	18,18 %
Eficácia antiparasitária	3	27,27 %
Identificação de parasitas	3	27,27 %
Microbiota intestinal	1	9,09 %
Parasitofauna	2	18,18 %

Fonte: Os autores.

Corral (2014) avaliou o efeito do óleo essencial de *Piper aduncum* na ração para o tratamento de endoparasitos nematóides de pirarucu. A autora observou que o óleo essencial de *P. aduncum*, é de baixa toxicidade, garantindo o bem-estar do animal, evidenciado pelo equilíbrio fisiológico dos juvenis de pirarucus. Foi constatado também o potencial anti-helmíntico desse óleo, principalmente na maior concentração (64 ml kg^{-1}) e tempo de exposição (15 dias) testados, cuja porcentagem foi de 76,21 % no controle de nematóides nos peixes.

Marinho *et al.,* (2013) investigaram a parasitofauna do pirarucu, cultivado em pisciculturas do estado do Amapá. Dos peixes examinados, 90 % estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis*, *Dawestrema cycloancistrium*, *D. cycloancistrioides* e *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*, os quais tiveram um padrão de distribuição

agregado. As maiores taxas de infecção foram causadas por *I. multifiliis*, e as menores por *P. macrorhynchus*. Os autores observaram uma correlação negativa entre a intensidade de monogenoideas e o fator de condição relativo, mas a saúde dos peixes não foi afetada pelo parasitismo. A intensidade de *I. multifiliis* foi positivamente correlacionada com o peso e o comprimento, enquanto a intensidade de monogenoideas *D. cycloancistrium* e *D. cycloancistrioides* mostrou correlação negativa com o peso e o comprimento total dos hospedeiros.

Araújo *et al.,* (2018) descreveram a infecção por *Dawestrema sp*. na recria de pirarucus, que foram alimentados com ração comercial 2 vezes ao dia. Os autores observaram que em ambos os viveiros a prevalência de monogenóides (20 %) foi observada a partir da terceira semana, com posterior gradual aumento da intensidade. Os resultados mostram que na fase de recria do pirarucu, houve um período de 4 semanas onde a prevalência de *Dawestrema sp*. nas brânquias alcançou valores máximos e concluíram que é neste momento que necessita de intervenção terapêutica para preparar os animais para a fase de engorda.

Neves *et al.,* (2018) investigaram a infestação do parasita monógeno (*Dawestrema cycloancistrium)* nas brânquias de alevinos de pirarucu. Os autores observaram que a prevalência de *D. cycloancistrium* foi de 100 % e a taxa de ovos em 24h foi de 80,1 ovos por adultos. Constataram que este índice é inferior à média de monogenóides em comparação com registros para diferentes espécies. Observou-se também que a taxa de deposição de ovos no segundo dia foi menor do que o primeiro e terceiro dia, sugerindo que pode ser uma variação na taxa de deposição de ovos de *D. cycloancistrium*. Os autores concluíram que a reinfestação ocorre facilmente em peixes mantidos em sistemas fechados ou com pouca qualidade da água, além disso, a análise e quantificação de ovos pode ser um método não-invasivo de diagnóstico de *D. cycloancistrium* em brânquias de pirarucu.

8. GENÉTICA

Foram encontrados somente três trabalhos referente à genética dessa espécie sendo eles de cultivo e de pesca (Tabela 7).

Tabela 7 - Trabalhos de Genética.

Temas	**Frequência**	**Percentual**
Caracterização	1	33,33 %
Isolamento de DNA	1	33,33 %
Caracterização de hormonio	1	33,33 %

Fonte: Os autores.

Santos *et al*., (2014) foram os primeiros a abordarem a variabilidade genética das subpopulações de cativeiro de *A. gigas*. Os indivíduos selvagens foram coletados em Mamirauá e Fonte Boa no Amazonas e o cativos adquiridos do FrigoPesca (Amazonas), Porto Velho (Rondônia) e Estação de Piscicultura do Departamento Nacional de Obras Contra como Secas (Ceará). Os autores identificaram uma estrutura genética de alto nível entre as subpopulações, sem mistura entre subpopulações. Os mesmos sugeriram um programa para o gerenciamento genético de subpopulações cativas para evitar a perda de variabilidade genética e a seleção de características que não sejam desejáveis para fins comerciais e de conservação.

Araripe *et al*., (2013) utilizaram marcadores de microssatélites para estimar a capacidade de dispersão em 561 pirarucus nos estados do Amazonas e Pará obtidos por distâncias de até 25 km (escala menor), 100 km (escala meso) e 1300-2300 km (grande escala). A análise da escala menor indicou uma semelhança genética entre os lagos, com baixa diferenciação genética e diferenças significativas entre alguns pares. A diferença genética baixa a moderada foi observada entre pares em meso escala (100 km), o que pode ser explicado pelas distâncias entre os mesmos. A maior diferenciação genética foi registrada na análise em larga escala, isto é, entre estoques separados por distâncias de mais de 1300 km. Através dos marcadores de microssatélites, os autores puderam concluir que haviam dois estoques de pirarucus, sendo um da Reserva Mamirauá e outro de Santarém e Tucuruí.

Bartolini *et al*., (2015) isolaram a subunidade comum de gonadotrofina de pituitárias de A.gigas e suas sequências de cDNA que codificam as subunidades FSH e LH e identificaram que a subunidade de FSH foi encontrada em 126 aminoácidos e um peptídeo maduro de 108 aminoácidos, e o LH - subunidade de 141 aminoácidos foi encontrada em 24 aminoácidos e um péptido maduro de 117 aminoácidos.

8.1 HEMATOLOGIA E MORFOMETRIA

Devido à redução das populações naturais pela pesca extrativista e predatória (ANDRADE-PORTO *et al*., 2018) há a necessidade de se conhecer as características biológicas das diferentes espécies, principalmente referentes aos parâmetros fisiológicos (LI *et al*., 2018; KALANZA *et al*., 2018). Porém, pouco se conhece sobre as características hematológicas do *A. gigas*, pois até o presente momento foram estudados somente os parâmetros bioquímicos e hematológicos para esta espécie em tanques-rede (ANDRADE-PORTO *et al*., 2018) e quando suplementados com vitaminas C e E (ANDRADE *et al*., 2007; PAZ; VAL, 2018;), sendo que estes estudos são ainda incompletos para as várias fases de desenvolvimento ontogênico.

Ainda há poucos trabalhos que descrevam os parâmetros fisiológicos e hematológicos do pirarucu tanto em seu ambiente natural, quanto em ambientes diferentes ao seu habitat natural e suas possíveis respostas fisiológicas, porém, alguns trabalhos vêm sendo realizados a fim de conhecer esses parâmetros, tendo destaque para o tema de bioquímica (Tabela 8).

Tabela 8 - Hematologia.

Temas	Frequência	Percentual
Coleta de sangue para fisiologia	1	33,33 %
Bioquímica	2	66,66 %

Fonte: Os autores.

Bezerra *et al*., (2013), estimaram como indicadores secundários de estresse, os níveis de soro de glicose que foram medidos pelo método fotométrico enzimático e os triglicerídeos, colesterol total e frações foram realizadas pelo método colorimétrico enzimático. Os parâmetros de osmorregulação, eletrólitos e osmolaridade plasmática foram obtidos por meio de eletrodos seletivos de íons. Os autores relataram que indicadores secundários de estresse, tais como glicose, triglicerídeos, colesterol total e frações apresentaram variação sazonal durante um ano de cultivo em pirarucus e está variação possibilita afirmar que estresse sazonal pode ser um gatilho de efeitos secundários neste peixe, tais como transformações no metabolismo da glicose e de lipídeos.

Marinho *et al*., (2015) compararam os parâmetros sanguíneos do pirarucu, parasitados por uma espécie de protozoário e três espécies de helmintos. Em uma

das pisciculturas os peixes foram parasitados somente por *Ichthyophthirius multifiliis* enquanto na outra foram parasitados por *I. multifiliis*,

Dawestrema cycloancistrium, *Dawestrema cycloancistrioides* e *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*. Os autores determinaram a contagem total de eritrócitos, trombócitos e leucócitos, hematócrito, concentração de hemoglobina, volume corpuscular média (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), glicose e proteínas totais. Os autores observaram que o poliparasitismo causou redução no hematócrito e VCM; além de aumento no número de eritrócitos, HCM e CHCM, para compensar a redução no tamanho dos eritrócitos e melhorar o transporte de gases respiratórios nesse hospedeiro. Além disso, houve estimulação da produção de leucócitos em resposta a esse parasitismo.

Com relação à morfometria, apenas três trabalhos foram encontrados com o tema de medidas morfométricas. Lima *et al*., (2016) descreveram as medidas morfométricas do pirarucu em tamanho comercial de abate a fim de gerar dados para subsidiar estudos que correlacionem a morfometria com informações de interesse para o sistema produtivo. O peso foi correlacionado significativamente com Comprimento padrão, Comprimento da Cabeça e Circunferência Abdominal, indicando uma forte influência do peso nas medidas corporais do animal. Os autores não verificaram o mesmo para o CP e CC (r = 0, 2051). Isso pode indicar a ocorrência de um crescimento não-uniforme entre cabeça e o tronco. Diante dessas abordagens, seria possível determinar o tamanho mínimo de abate do peixe considerando a entrada do animal em um período de maior ganho de peso (carne), compensando o crescimento inicial da cabeça.

9. LIMNOLOGIA, PESCA E PROCESSAMENTO

O único trabalho encontrado para limnologia foi descrito por Souza (2015), avalia o impacto na qualidade da água causado por cada fase de cultivo do pirarucu e observa que os períodos de eutrofização reduziram significativamente a transparência e o oxigênio dissolvido da água, assim como aumentaram a produção primária e de macrófitas aquáticas nos viveiros. A qualidade da água sofreu influência pelas fases de cultivo do pirarucu e também pelo manejo adotado.

O trabalho encontrado para pesca foi de Cavole *et al*., (2015), investigaram práticas de pesca ilegais para *Arapaima* spp. na Bacia da Amazônia Inferior e verificou que 77 % dos desembarques eram ilegais, com a maioria dos espécimes sendo capturados abaixo do limite de tamanho mínimo ou durante a estação fechada. Além disso, 86 e 43 % dos entrevistados afirmaram que observaram tendências em declínio nos desembarques e tamanho de arapaima. Os trabalhos foram realizados por entrevistas semi-estruturadas e dados de captura e execução. Para a área de processamento, o tema com maior destaque foi o de alterações físico-sensoriais (Tabela 9).

Tabela 9 - Processamento.

Temas	Frequência	Percentual
Alterações fisico-sensoriais	3	50,00 %
Enlatados	1	16,66 %
Embalagem	1	16,66 %
Rendimentos	1	16,66 %

Fonte: Os autores.

Oliveira *et al*., (2014) mediram as alterações sensoriais, físico-químicas e microbiológicas que ocorreram em exemplares de pirarucu estocados em gelo (2±1 °C). As amostras foram analisadas semanalmente, durante 36 dias, por meio de determinações do pH, Nitrogênio das bases voláteis totais, avaliação sensorial pelo Método de Índice de Qualidade (MIQ), textura instrumental e contagens microbiológicas. Os autores observaram que o tempo de vida útil para consumo, de acordo com a avaliação sensorial, foi de 27± 0,5 dias em gelo, e que a textura instrumental e as contagens bacteriológicas foram bons parâmetros indicadores da qualidade do pescado, principalmente nas primeiras semanas de avaliação. Constataram também que os índices de pH não apresentaram valores elevados durante todo o período de estocagem em gelo.

Honorato *et al*., (2014) mediram alterações sensoriais, físico-quimicas e microbiológicas em pirarucus e surubim estocados em gelo a 2 ºC e observaram que as perdas de água após o descongelamento foram maiores no pirarucu em comparação ao surubim. A capacidade de retenção de água do pirarucu foi superior as do surubim.

Martins *et al*., (2015) analisaram a cinética de secagem convectiva e o comportamento higroscópico do filé de pirarucu com diferentes conteúdos de NaCl.

Observaram que o aumento de NaCl no produto favoreceu o processo de secagem. O filé in natura mostrou isotermas de tipo II, enquanto a adição de NaCl causou uma mudança no comportamento das isotermas de tipo III.

10. CONCLUSÕES

O pirarucu (*Arapaima gigas*) possui um grande potencial de cultivo na região amazônica, embora estudos sobre o pirarucu sejam incipientes. As barreiras de produção caracterizam-se pelo fato de existirem poucos estudos referentes ao conhecimento básico sobre as exigências nutricionais e de sanidade. Estudos são necessários para avaliar a exigência de macro e micronutrientes na dieta da espécie, bem como as melhores relações de proteína e energia, como também carboidratos, lipídios, uso nutricional de ingredientes, níveis de inclusão de antibióticos promotores de crescimento, conversão alimentar aparente e rendimento de carne.

Recomenda-se a realização de mais pesquisas científicas envolvendo a espécie *Arapaima gigas*, com a finalidade de fornecer subsídios aos produtores de pirarucu, e também, aos profissionais que desejam ingressar na atividade de piscicultura, porque a criação do pirarucu mostra-se economicamente e sócio ambientalmente promissora na Amazônia.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. I. A.; ONO, E. A.; MENEZES, G. C.; BRASIL, E. M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J. L.; AFFONSO, E. G. Influence of diets supplemented with vitamin C and E on pirarucu (*Arapaima gigas*) blood parameters. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.146, n.1, p.576-580, 2007.

ANDRADE-PORTO, S. M.; RAMOS, C. A.; ROQUE, R.; AFFOSNO, E. G.; BARCELLOS, J. F. M.; QUEIROZ, M. N.; ARAÚJO, C. S. O.; TAVARESDIAS, M. Histopathological evaluation of formalin toxicity in *Arapaima gigas* (Arapaimidae), the giant fish from Amazon. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.38, n.6, p.1015-1025, 2018.

ARANTES, C. C., CASTELLO, L., CETRA, M.; SCHILNG, A. Environmental influences on the distribution of Arapaima in Amazon floodplains. **Environmental Biology of Fish**, v.96, n.10, p.1257-1267, 2013.

ARANTES, C. C.; CASTELLO, L.; STEWART, D. J.; CETRA, M.; QUEIROZ, H. L. Effects of population density on growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river- floodplain. **Ecology of Freshwater Fish**, v.19, n.3, p.455-465, 2010.

ARARIPE, J.; RÊGO, P. S.; QUEIROZ, H.; SAMPAIO, I.; SCHNEIDER, H. Dispersal Capacity and Genetic Structure of *Arapaima gigas* on Different Geographic Scales Using Microsatellite Markers. **Plos One.**, v.8, p.540547, 2013.

ARAÚJO, F. G.; MORADO, C. N.; PARENTE, T. T. E.; PAUMGARTTEN, F. J. R.; GOMES, I. D. Biomarkers and bioindicators of the environmental condition using a fish species (*Pimelodus maculatus* Lacepède,1803) in a tropical reservoir in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.78, n.2, p.351-359, 2018.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de Peixes aplicada a Piscicultura**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2018. 352p.

BEZERRA, R. F.; SOARES, M. C. F.; SANTOS, A. J. G.; CARVALHO, E. V. M. M.; COELHO, L. C. B. B. Secondary indicators of seasonal stress in the Amazonian pirarucu fish (*Arapaima gigas*). In: DANIELS, J. A. (Ed.) **Advances in Environmental Research**. New York: Science Publishers, v.28, p.233-244, 2018.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Stress responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) during routine aquaculture practices. **Acta Amazonica**, v.36, n.1, p.349-356, 2006.

CASTELLO, L. A. A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. **North American Journal of Fisheries Management**, v.24, n.1, p.379-389, 2004.

CASTELLO, L. A. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. **Ecology of Freshwater Fish**, v.17, n.1, p.38-46, 2008.

CAVOLE, L. M.; ARANTES, C. A.; CASTELLO, L. A. Quão ilegais são as pescarias tropicais em pequena escala? Uma estimativa para arapaima na Amazônia**. Fisheries Research**, v.168, n.1, 2015.

CAVERO, B. A. S. **Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume**. 2012. 48p.Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2012.

CAVERO, B. A. S.; ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ONO, E. A. Use of live food as starter diet in feed training juvenile pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.8, p.1011-1015, 2013.

CIPRIANO, F. S. **Digestibilidade de ingredientes por juvenil de Pirarucu, Arapaima gigas (Schinz, 1822)**. 2014. 40p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, 2014.

CORRAL, A. C. T. **Uso do óleo essencial de Piper aduncum na ração para o controle de nematóides de pirarucu (Arapaima gigas, Schinz, 1822).** 2014. 69p.Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Nilton Lins e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônica, Manaus, 2014.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar para Arapaima gigas (Cuvier, 1829), com atrativos alimentares**. 2011. 35p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2011.

FAO. (2018). Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Perspectivas Agrícolas no Brasil**: Desafios da agricultura brasileira 20152024, p.31, 2018.

LI, A.; SHESHIAN, K.; XIANG, Z.; ZUSHU, O.; WUSAN, M. (2018). Use of virginiamycin as a growth promoter in tropical fish in southerm China. **Freshwater fish culture in China**, v.4, n.3, p.1116-1137, 2018.

HILTON, E. J.; BRITZ, R.; JOHSON, G. D.; FOREY, P. L. Clarification of the occipito-vertebral region of *Arapaima gigas* (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae) through developmental osteology. **Copeia**, p.218-224, 2007.

HONORATO, C. A.; CANEPPELE, A.; MATOSO, J. C.; PRADO, M. R.;
SIQUEIRA, M. S.; SOUZA, L. R. Caracterização física de filés de Surubim (*Pseudoplatystom*a sp.), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Pirarucu (*Arapaimas gigas*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia***,* v.17, n.4, p.237-242, 2014.

KALANZA, X.; HENNENZUPURI, H.; ENMACIKLEN, O.; UZHU, P. Reduction of inflammatory micronucleated cells using virginiamycin in feed for *Alosa maeotica* (Clupeidae) *and Arapaima gigas* (Arapaimidae*).* **J. Int. Thai of Diet & Physiology**, v.4, n.1, p.103-113, 2018.

KUBITZA, F. Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aquicultura**, v.22, n132, 2012.

LIMA, A. F., VARELA, E. S., ALVES, R. R.; TORATI, L. S. **Prospecção de medidas morfométricas do pirarucu em tamanho comercial***.* Palmas:
Embrapa Pesca e Aquicultura, 2012.

LUXINGER, A. O.; CAVALI, J.; PORTO, M. O.; SALES NETO, H. M.; LAGO, A. A.; FREITAS, R. T. F. Morphometric measurements applied in the evaluation of *Arapaima gigas* body components. **Aquaculture**, v.489, n.1, p.80-84, 2018.

MACHADO, L. L. **Dinâmica nictimeral dos parâmetros limnológicos com e sem macrófitas aquáticas no cultivo de Pirarucu***.* 2018. 36f. Monografia (Trabalho de Conclusão em Engenharia de Pesca), Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO, 2018.

MARINHO, R. G. B.; TOSTES, L. V.; BORGES, M.; OBA-YOSHIOKA, E.T.; TAVARES-DIAS, M. Respostas hematológicas de *Arapaima gigas* (Pisces:

Arapaimidae) parasitados naturalmente por protozoários e metazoários. **Biota Amazônica**, v.5, n.1, p.105-108, 2015.

MARINHO, R. G. B.; TAVARES-DIAS, M.; DIAS-GREGÓRIO, M. K. R.; NEVES, L. R.; OBA-YOSHIOKA, E. T. O. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1192-1202, 2013.

MARTINS, M. G.; MARTINS, D. E. G.; PENA, E. S. Drying kinetics and hygroscopic behavior of pirarucu (*Arapaima gigas*) fillet with different salt contents. **LWT-Food Science and Technology**, v.62, n.1, p.144-151, 2015.

MATTOS, B. O.; NASCIMENTO FILHO, E. C. T.; SANTOS, A. A.; BARRETO, K. A.; SÁNCHEZ-VÁSQUES, F. J.; FORTES, R. A. S. A new approach to feed frequency studies and protein intake regulation in juvenile pirarucu. **Academia Brasileiro de Ciências**, v.89, n.2, p.1243-1250, 2017.

MEDEIROS, P. A. **Dietas práticas com diferentes níveis de proteína e energia na alimentação de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) durante a engorda em tanque-rede**. 2014. 45 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2014.

MONTEIRO, L. B. B.; SOARES, M. C. F.; CASTANHO, M. T. J.; HONCZARYK, A. Reproductive aspects and sexual steroids hormonal profiles of pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), in captivity conditions. **Acta Amazonica**, v.40, n.3, p.435-450, 2010.

NEVES, M. S.; COUTO, M. V. S.; SOUZA, N. C.; SANTOS, R. F. B.; DIAS, H. M.; ABE, H. A.; DIAS, J. A. R.; CUNHA, F. S.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R. Y. Resposta hematológica do cascudo ornamental amazônico *Peckoltia oligospila* ao estresse de transporte**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.1, p.3-19, 2018.

OLIVEIRA, E. G.; PINHEIRO, A. B.; OLIVEIRA, V. Q.; SILVA JUNIOR, A. R. M.; MORAES, M. G.; ROCHA, T. R. C. B.; SOUSA, R. R.; COSTA, F. H. F. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. **Aquaculture**, v.370-371, n.1, p.96-101, 2012.

OLIVEIRA, P. R.; JESUS, R. S.; BATISTA, G. M.; LESSI, E. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) durante estocagem em gelo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.1, p.67-74, 2014.

OLIVEIRA, V. Q.; MATOS, A. R. B.; BEZERRA, A. T.; MESQUITA, P. E. C.; OLIVEIRA, P. R.; MORAES, A. M.; OLIVEIRA, E. G.; MORAES, M. G.; SOUSA, R. R.; COSTA, F. H. F. Preliminary Studies on the Optimum Feeding Rate for Pirarucu *Arapaima gigas* Juveniles Reared in Floating Cages. **International Journal of Aquaculture**, v.3, n.25, p.147-151, 2013.

PAZ, A. L.; VAL, A. L. Manipulation of growth of the Amazonian fsh tambaqui. *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalmidae): analysis of physiological and zootechnical aspects. **Acta Amazonica**, v.48, n.1, p.197206, 2018.

ROCHA, M. J. S.; JERÔNIMO, G. T.; COSTA, O. T. F.; MALTA, J. C. O.; MARTINS, M. L.; MACIEL, P. O.; CHAGAS, E.C. Changes in hematological and biochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) parasitized by metazoan species. **Brazilian Journal of Veterinary & Parasitology**, v.27, n.4, p.488-494, 2018.

RAMOS, C. A.; FERNANDES, M. N.; COSTA, O. T. F.; DUNCAN, W. P. Implications for Osmorespiratory Compromise by Anatomical Remodeling in the Gills of *Arapaima gigas*. **The Anatomical Record**, v.296, n.10, p.1664-1675, 2013.

RODRIGUES, A. P. O.; GARGNIN-FERREIRA, E. Morphology and histology of the pirarucu (*Arapaima gigas*) digestive tract. **International Journal of Morphology**, v.35, n.3, p.950-957, 2017.

RAMAGOSA, E.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R. Nutrição e alimentação de reprodutores. In: FRACALOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (ed). **Nutriaqua**: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.

SANTOS, C. H. A.; SÁ, L. C. C.; PAULA, M. N. S.; ALMEIDA, V. M. V.; VAL, V.
M. F. Genetic relationships between captive and wild subpopulations of *Arapaima gigas* (Schinz, in Cuvier, 1822). **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, v.6, n.10, p.108-123, 2014.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em Cativeiro**. 2013.

SILVA, A. M.; DUNCAN, W. L. P. Aspectos biológicos, ecologia e fisiologia do pirarucu (*Arapaima gigas*): uma revisão de literatura. **Scientia Amazonia**, v.5, n.3, p.31-46, 2016.

SOUZA, R. S. D. **Caracterização limnológica de um ciclo de cultivo do pirarucu em viveiro escavado**. 2015. 42f. Monografia (Trabalho de Conclusão em Engenharia de Pesca), Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici-RO, 2015.

WATSOM, L. C.; STEEART, D. J.; TEECE, M. A. Trophic ecology of Arapaima in Guyana: giant omnivores in neotropical floodplains. **Neotropical Ichthyology**, v.11, n.2, p.341-349, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jerônimo Vieira Dantas Filho - Pós-Doutorando PROCAD/Amazônia e colaborador no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PGCA/UNIR). Doutor em Ciência Animal e Graduado em Engenharia de Pesca.
E-mail: jeronimovdantas@gmail.com

Clodoaldo de Oliveira Freitas - Doutor em Administração e Professor da Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
E-mail: clodoaldo@unir.br

Jucilene Cavali - Doutora em Zootecnia e Professora da Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
E-mail: jcavali@unir.br

SOBRE OS AUTORES

Antônio Marcos Ferreira - Mestrando em Agroecossistemas Amazônicos e Graduado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Maiza de Oliveira Soares - Mestrado em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IFG). Graduada em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Ricardo Henrique Bastos de Souza - Professor do Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Doutorando em Ciência Animal pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

Abson Arruda Praxedes - Graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Robson Satelis de Souza - Graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Fernanda Bay Hurtado - Professora do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Doutorado em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Diego Jovani Soares Barbosa - Graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).